



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

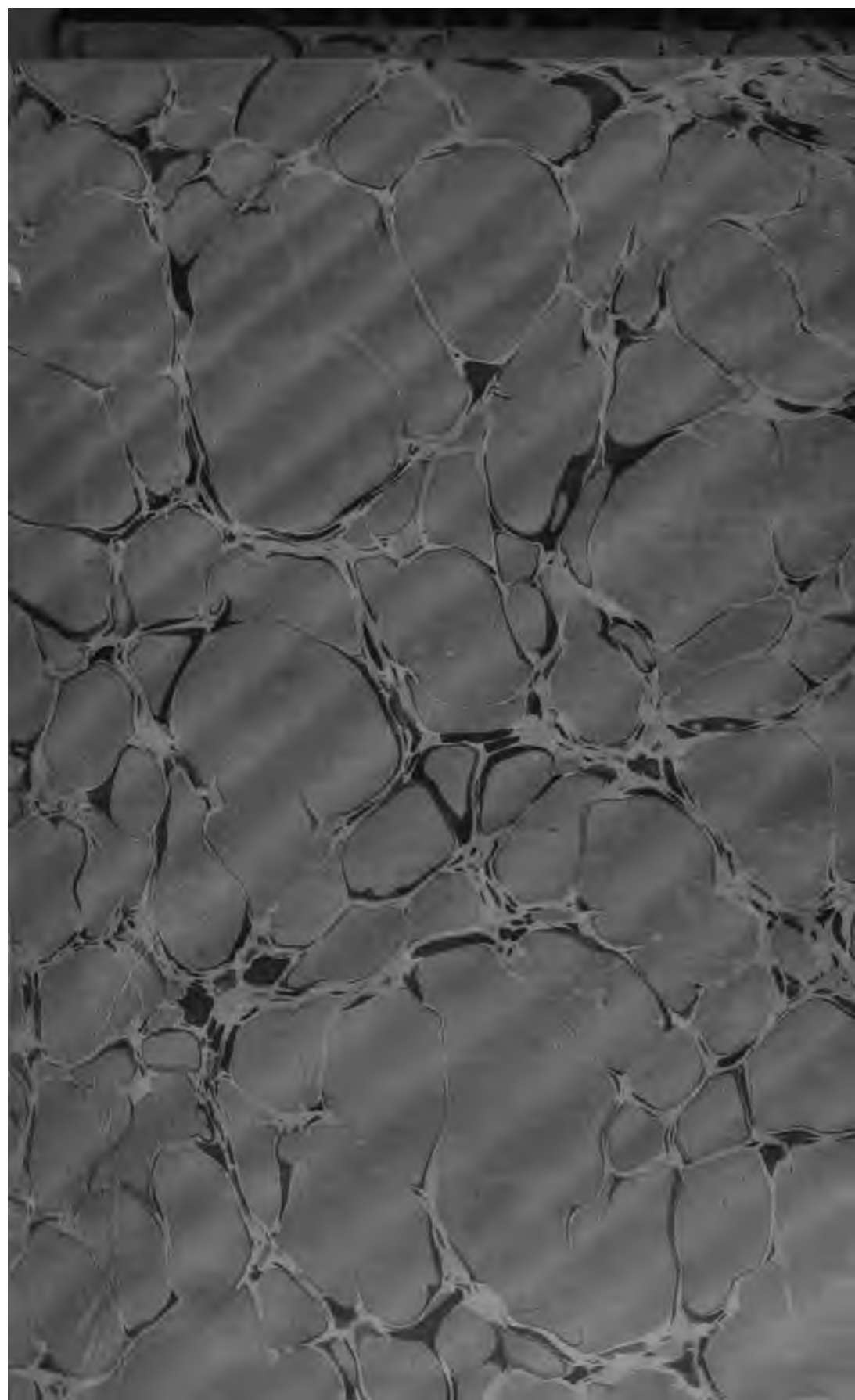
En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>



Library of the University of Michigan
Bought with the income
of the
Ford - Messer
Bequest



W. F. FISKE



QE

1

.56768

45



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

LILLE. — IMPRIMERIE LE BIGOT FRÈRES

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME VINGT-DEUXIÈME

1894

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
7, Rue des Grands-Augustins, 7

1894

NOTES & MÉMOIRES

NOTES & MÉMOIRES

présentés dans les Séances

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

SUR LA CONSTITUTION GÉOLOGIQUE
DU MASSIF DES SOUMATA ET D'HAMMAM RIRHA (ALGÉRIE),

Par M. REPELIN (1).

(Pl. I).

Ce massif, situé à l'extrémité occidentale de la plaine de la Mitidja, se rattache d'une part, à l'est, à l'Atlas de Blidah, d'autre part, à l'ouest, au massif de Milianah.

Chargé en 1892 par MM. Pomel et Pouyanne de limiter les formations géologiques sur la feuille de l'état-major au $\frac{1}{50000}$ de Marengo, j'ai eu à parcourir en détail cette région. J'ai rapporté de cette exploration un certain nombre d'observations intéressantes que je me propose de mentionner ici. M. Pomel qui, en 1857, a étudié cette région et qui a publié plus tard le résultat de ses recherches, dans sa description géologique du massif de Milianah, a bien voulu me donner, à plusieurs reprises, de précieuses indications, et m'aider de ses savants conseils. Je dois aux connaissances acquises en travaillant sous la direction de M. Ficheur, de pouvoir donner les grandes lignes de la stratigraphie de ce massif. C'est lui qui, au cours de nombreuses excursions, m'a initié, ainsi que mon collègue et ami Blayac, à la géologie algérienne parfois si ardue.

(1) Communication faite dans la séance du 8 Janvier 1894. Manuscrit remis le 4 Janvier. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 14 Mars 1894.

7 Avril 1894. — T. XXII.

Bull. Soc. Géol. Fr.

Avant d'entrer dans l'étude stratigraphique, je crois utile de donner quelques détails sur l'orographie générale du pays que j'ai parcouru. C'est une région boisée, broussailleuse, très accidentée, souvent impraticable, où les observations ne sont pas faciles. Deux cours d'eau assez importants, coulant à peu près parallèlement du S.-O. au N.-E., traversent de part en part le massif des Soumata : ce sont l'Oued bou Roumi (O. Sebt à sa partie supérieure) et l'O. Djer. L'O. Bourkika dont la direction n'est pas très différente de celle des deux cours d'eau précédents, mais dont l'importance est moindre, sépare ce massif de celui d'Hammam Rirha. L'altitude maxima de cette région ne dépasse pas 1014^m dans la partie occidentale qui est la plus élevée. Au sud de Mouzaïaville, sur la rive gauche de l'O. bou Roumi, la partie montagneuse qui débute à cinq kilomètres environ du village, par des collines d'une hauteur moyenne de 250^m, atteint son maximum d'élévation au col de Mouzaïa (1000^m), et aux crêtes des Beni Mahcen dont le point culminant atteint 886^m au-dessus du niveau de la mer. Entre l'O. Djer et l'O. bou Roumi, la région montagneuse débute par des collines de 200 à 300^m d'altitude environ, puis le pays s'élève peu à peu jusqu'à 716^m au Drâa el Oust, point culminant de la ligne de partage des eaux entre les deux vallées de l'O. Djer et de l'O. bou Roumi.

Sur la rive gauche de l'Oued Djer, l'altitude de ces montagnes est peu différente, les points les plus élevés au Nador des Soumata atteignent 763 et 764^m.

A l'ouest de ces sommets, sur les deux rives de l'O. el Gotta (partie supérieure de l'O. Bourkika), s'étend une région déprimée dont l'altitude ne dépasse pas 440^m et qui sépare le massif des Soumata de celui d'Hammam Rirha.

L'altitude de ce dernier est d'abord de 3 à 400^m, dans la partie septentrionale, mais elle atteint bientôt 853 et 885^m au Djebel Mrhit et 1014 au marabout de Diouan Sollah.

Tout ce massif est essentiellement composé de terrains crétacés et miocènes, et d'une roche éruptive qui s'étend en bordure dans la partie nord.

TERRAINS CRÉTACÉS

Dans les terrains crétacés, j'ai pu distinguer les trois étages du Gault, du Cénomanien et du Sénonien. L'étage turonien, comme le dit mon savant maître, M. Pomel, paraît indiqué par la présence de

A. Deverianus qu'il a recueilli dans les couches calcaires du troisième tunnel de la vallée de l'O. Djer ; mais il présente une constitution tellement identique à celle du Cénomanien, qu'il est impossible de l'en séparer.

M. Pomel a décrit ces terrains dans son étude sur le massif de Milianah. Ils présentent le faciès du Tell, remarquable par son extrême pauvreté en fossiles.

Gault. — C'est le système argilo-gréseux si bien décrit par M. Pomel : petits bancs de grès quartziteux, brunâtres ou bleuâtres même, alternant avec des argiles noirâtres schistoïdes. Souvent, de gros bancs de grès viennent s'intercaler dans la masse ; mais il est rare qu'ils se poursuivent sur une grande étendue. Quelques rares fossiles disséminés çà et là permettent de caractériser ce terrain. J'ai eu la bonne fortune d'en trouver quelques-uns en assez mauvais état, mais cependant reconnaissables, dans la vallée de l'O. bou Roumi. Ce sont *A. latidorsatus* D'Orb., dans les argiles noires, non loin du contact avec le Cénomanien, puis une petite espèce offrant les plus grandes analogies avec *A. bicurvatus* d'Orb., une autre qui m'a paru se rapporter à *A. alpinus* d'Orb., un exemplaire de *Nucula bicingata* Fitton et quelques autres Ammonites non déterminables.

Cénomanien. — Ce terrain se montre là tel que M. Ficheur l'a vu dans la région d'Aïn Bessem (1) et dans le massif de Blidah, tel que j'ai pu le constater aussi dans le pays des Beni-Ouragh, entre l'Ouarsenis et Ammi-Moussa.

Ce sont des calcaires marneux alternants avec de petits lits marneux, dont la stratification est généralement assez nette. A la base, des calcaires bleuâtres schistoïdes se montrent souvent, contenant des empreintes d'Ammonites sur les feuillets qui se débitent. Avec ces empreintes, le plus souvent très mal conservées, les seuls fossiles que j'ai recueillis sont un exemplaire de *A. Mantelli* d'Orb. et quelques débris de Belemnites. Je dois ajouter que souvent, on voit dans les cassures des taches plus foncées qui ne sont, d'après M. Pomel, que des portions de frondes d'une algue du genre *Granularia*.

Sénonien. — Il se présente là composé de marnes de couleur foncée, souvent presque noires, tel qu'on peut le voir depuis la Kabylie et la région de Palestro, jusqu'à Tablat et l'Atlas de Blidah, où il est bien caractérisé par les huîtres, *O. vesicularis* et autres. Au

(1) FICHEUR, Sur le Crétacé d'Aïn-Bessem (*B. S. G. F.*, t. XVII, p. 247).

milieu de ces marnes se montrent souvent des lentilles de calcaires jaunâtres à la surface ou de petits bancs qui disparaissent bientôt, passant latéralement aux marnes. Les débris d'Inocérames ne sont pas rares dans ce terrain, où j'ai pu recueillir aussi un petit Inocérane entier, extrêmement voisin de l'*Inoceramas Cripsi* Mantell.

TERRAINS MIOCÈNES

C'est au Cartennien et à l'Helvétien qu'il faut rapporter les dépôts qui forment toute la bordure méridionale du massif crétacé et ceux qui, au sud des villages d'El Affroun et d'Ameur el Aïn, séparent les dépôts crétacés de la bande éruptive.

Cartennien. — On trouve dans la partie méridionale de ce massif les deux divisions indiquées par M. Pomel dans les dépôts cartenniens : A la base, une puissante assise de grès et poudingues, à la partie supérieure de laquelle on trouve généralement les gisements fossilifères. Au-dessus, se trouvent en concordance des marnes grisâtres, dures, à cassure conchoïde, dont la stratification est quelquefois assez nette et contenant quelques injections de calcite, dont les plaquettes brisées se répandent à la surface. Ces marnes occupent une étendue considérable dans toute cette région. On peut les suivre depuis le fond de la vallée de l'O. bou Roumi jusqu'au commencement du massif de Blidah, au col de Mouzaïa, où elles présentent un aspect un peu spécial.

Leur grain est devenu plus gros, elles sont un peu gréseuses et schistoïdes. J'attribue cette différence de faciès aux compressions qu'elles ont dû subir dans cette région si tourmentée de Blidah, dont M. Ficheur a signalé les plissements remarquables (1).

Les fossiles se montrent assez abondants en quelques points, notamment en face du marabout de Sidi Brahim Berkrissa (voir fig. 3), et dans le fond de la vallée de l'O. Djer. Ce sont les suivants à Sidi-Berkrissa :

Ostrea crassissima (type élargi spécial au Cartennien).

Clypeaster bunopetalus Pomel (déterminé par M. Pomel).

Echinolampas cf. abbreviatus Pomel (déterminé par M. Ficheur).

Pecten solarium Hörnes.

Spondylus crassicosta Hörnes.

(1) FICHEUR, Sur l'existence des phénomènes de recouvrement dans l'Atlas de Blidah (C. R. Ac. des Sc., janv. 1893).

Anomia costata Hörnes.

Natica sp.

Natica cf. *tigrina* Hörnes.

Pleurotoma sp.

Strombus sp.

Polypiers.

Dans le lit de l'O. Djer (voir la carte, fig. 2) ce sont des poudingues identiques à ceux de Sidi-Berkrisa qui contiennent toute une faune dont l'étude détaillée reste à faire. Je me bornerai à citer :

Panopæa Menardi Hörnes.

Pyrula cf. *Lainei* Grat.

Anomia cf. *costata* Hörnes.

Tellina planata Hörnes.

Pecten sp.

Natica cf. *tigrina* Grat.

Pleurotoma sp.

Strombus sp.

Conus Mercati Hörnes.

Solarium coracollatum Grat.

Débris de Crustacés, etc.

Plus à l'ouest, dans la région d'Hammam Rirha, ce sont des Venus de diverses espèces parmi lesquelles *Venus islandicoïdes* Hörnes, des Oursins du genre *Schizaster* et des Polypiers.

Helvétien. — C'est à la base de l'Helvétien qu'appartiennent les dépôts qui forment la bordure nord et ceux des environs d'Hammam Rirha. Ceux qui, près du village de Bou Medfa, se voient de part et d'autre à l'O. Djer, sont un peu supérieurs. Ce sont dans la bande septentrionale des alternances de marnes et de grès avec *Ostrea crassissima* et parfois quelques bivalves, tels que des *Mytilus* et des *Anomies*. Le plongement au nord est très net et les assises marneuses et gréseuses s'enfoncent sous la roche éruptive. Les marnes prédominent surtout dans la bande située au sud d'Ameur el Aïn, où elles sont par places remplacées par du gypse qu'il est facile d'exploiter.

Près d'Hammam Rirha, ce sont des *conglomérats* à débris très peu roulés, à pâte gréseuse, recouverts par des marnes contenant des rognons de calcaire à *Lithothamnium*.

Il n'est pas rare même de trouver de grosses lentilles de ce calcaire au sein des marnes. Il est généralement fossilifère et contient entre autres fossiles *Ostrea crassissima* et des *Clypeâstres*. Tous ces dépôts

représentent la partie inférieure des dépôts helvétiques décrits par M. Pomel dans l'étude du massif de Milianah.

ROCHE ÉRUPTIVE. SES RELATIONS AVEC L'HELVÉTIEN. — Elle a été désignée par MM. Curie et Flamand (1) sous le nom de *augit-andésite à pyroxène*. Ses relations avec l'Helvétien ont été signalées depuis longtemps par M. Pomel. Elle est venue au jour à travers les dépôts helvétiques qu'elle a soulevés, considérablement modifiés et même recouverts en partie. Lorsqu'on examine les grès qui se trouvent à son contact près d'Ameur el Aïn, on les trouve remplis des éléments de la roche éruptive qui, elle-même, a subi également une grande altération.

RELATIONS DE L'HELVÉTIEN ET DU CARTENNIEN. — J'ai constaté dans toute cette région une discordance très nette entre l'Helvétien et le Cartennien, attestant une fois de plus l'indépendance de ces deux séries de dépôts. En bien des points, l'Helvétien inférieur de la partie méridionale s'étendant en transgressivité sur les tranches des poudingues et marnes cartenniennes très relevés, vient se mettre en contact directement avec le Crétacé. Au N.-O. d'Hammam Rirha on voit, comme l'indique la coupe suivante,

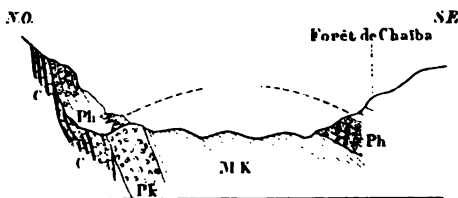


Fig. 1. — Discordance de l'Helvétien et du Cartennien au-dessus d'Hammam Rirha.

Ph. Conglomérats helvétiques.
MK. Marnes cartenniennes.

Pk. Poudingues cartenniens.
C. Cénomanien.

les conglomérats helvétiques d'abord en contact avec les marnes cartenniennes, puis avec les poudingues cartenniens et enfin avec le Cénomanien qui forme le substratum.

Dans la région de Bou Medfa, sur la rive gauche de l'O. Bou Roumi, ce sont des marnes et grès supérieurs à ces atterrissements de Hammam Rirha qui, recouvrant en couches faiblement ondulées les poudingues et marnes cartenniens, au contraire fortement relevés, vont reposer sur les assises argilo-gréseuses du Gault. Il

(1) CURIE et FLAMAND, Etude succincte sur les roches éruptives de l'Algérie, 1889.

suffit de jeter un coup d'œil sur la figure 2 pour se rendre compte de l'évidence de cette transgressivité. Le tracé en pointillé indique la place occupée par le Cartennien sur les grès helvétiques. Les poudingues cartanniens qui forment les crêtes des Beni Mahcen s'enfoncent dans la vallée de l'O. Bou Roumi sous l'Helvétien pour venir, après une interruption de près de cinq kilomètres, reparaître



Fig. 2. — Carte des environs de Bou-Medfa. — Echelle $\frac{1}{100000}$.

en un remarquable petit pointement au fond de la vallée de l'O. Djer. Ces poudingues, identiques d'aspect à ceux de Sidi-Berkrissa et contenant, comme je l'ai déjà dit, toute une faune intéressante, sont en bancs presque verticaux. Recouverts en concordance par les marnes cartanniennes, ils reposent sur le terrain cénomaniens. La coupe (3) prise dans le lit de l'O. Djer au-dessous du mamelon côté 268 montre les relations que je viens de décrire.

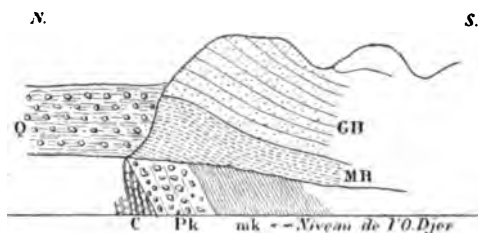


Fig. 3. — Discordance de l'Helvétien et du Cartennien dans la vallée de l'O. Djer.

GH. Grès helvétiques.
MH. Marnes helvétiques
mk. Marnes cartanniennes.

Pk. Poudingues cartanniens.
C. Cénomaniens.
Q. Quaternaire.

OROGÉNIE

Le massif des Soumata et d'Hamam Rirha que j'ai parcouru s'étend sur une longueur de trente kilomètres, de l'est à l'ouest, avec une largeur moyenne de dix kilomètres.

Dans les trois coupes que je donne de ce massif (planche I), j'ai essayé de rendre aussi fidèlement que possible l'allure des plissements qui affectent cette région. Les relations stratigraphiques sont très obscures en raison des difficultés d'observation. Les broussailles masquent le terrain et le rendent en bien des points inabordable, empêchant de suivre les strates, lorsque, par hasard, elles se détachent avec un peu de netteté. Ce n'est qu'après de patientes recherches dans le fond des vallées de l'O Djer et de l'O Bou Roumi, qu'il m'a été possible de relever les trois coupes que j'ai réunies dans une seule planche, de façon à mettre autant que possible en regard les plis correspondants. Au sud d'Effl Aroun (coupe 1), le Sénonien présente un développement considérable et malgré le peu de netteté de sa stratification, j'ai pu reconnaître l'existence des plissements que je signale. Les figures (4) et (5) sont des reproductions de l'aspect que présentent ces couches plissées dans le lit de l'Oued.

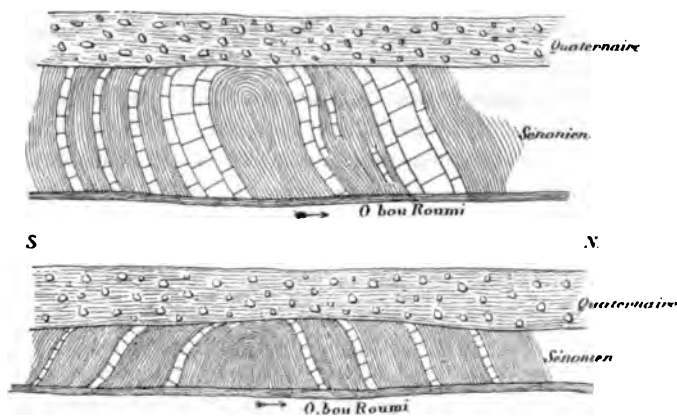


Fig. 4 et 5. — Aspect que présentent les couches sénoniennes plissées dans l'O. Bou Roumi.

Au Draa el Oust les calcaires et marnes mieux stratifiés des dépôts cénomaniens apparaissent sous le Sénonien.

Ils ont une épaisseur considérable, mais difficile à évaluer.

La limite entre les dernières couches sénoniennes et les premiers bancs cénomaniens est souvent difficile à saisir.

Les bancs calcaires plongent au N.-E. de 40 à 45° et recouvrent en

concordance de stratification les bancs albiens. Le Gault montre là des strates assez nettes. On peut surtout bien l'observer en suivant la vallée de l'O. Bou Roumi. On ne cesse de marcher pendant plus de cinq kilomètres sur les tranches des bancs quartziteux qui plongent vers le N.-E. avec une inclinaison de 50° environ. L'existence de plis dans ce terrain, difficile à constater par l'observation directe n'est pas douteuse et résulte de l'épaisseur invraisemblable qu'il faudrait attribuer à l'étage si on ne l'admettait pas. Au sud, cet affleurement est recouvert en discordance très nette par les dépôts tertiaires, cartenniens ou helvétiques, comme je l'ai déjà indiqué à propos de l'Helvétien.

La coupe du massif sur la rive gauche de l'O. Djer est peu différente. Deux affleurements importants du Gault permettent de constater plus facilement que sur la rive droite les différents plis du terrain. Au-dessous de la bordure tertiaire du nord les couches sénoniennes apparaissent avec leur faciès habituel ; bientôt à ces couches mal stratifiées succèdent les calcaires mieux lités du Cénomanien dont l'épaisseur paraît considérable. C'est sur un espace de plus de trois kilomètres que l'on peut suivre ces bancs présentant toujours le même plongement au N.-E. Sur le versant N. de l'O. Aïda. (Voir pl. I, coupe 2), ces calcaires laissent voir les premières strates concordantes du Gault. C'est au voisinage du contact que sont les seules traces fossiles que j'aie trouvées, ce sont des Ammonites et des Bélemnites indéterminables. L'épaisseur du Gault est assez grande sous ces bancs calcaires, et, vers le sud, il semble recouvrir le Sénonien qui est là très relevé. Est-ce là un pli couché ou simplement une faille ? Je crois plutôt, en raison de la constitution même de tout ce massif, à un pli couché. A cet anticlinal succède vers le sud un synclinal dans lequel des plissements secondaires des bancs cénomaniens (et turoniens ?) sont faciles à constater près de l'ouverture du troisième tunnel de l'O. Djer. (Fig. 6).

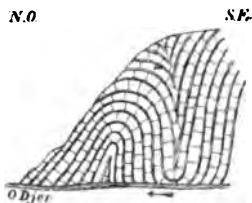


Fig. 6. — Plissements du Cénomanien au 3^e tunnel de l'Oued-Djer.

Puis les couches se relèvent de nouveau en un bombement anticlinal, laissant apparaître encore le Gault sous le Cénomanien au milieu du pli dans la vallée de l'O. Djer. A quelques kilomètres à l'ouest le massif n'est pas moins plissé. Au nord la roche éruptive est directement en contact avec le Sénonien et se trouve recouverte par le Quaternaire ancien de la région de Marengo. Les marnes sénoniennes recouvrent là directement les argiles du Gault. A la hauteur du marabout de Sidi bou Yaya (pl. I, coupe 3), le Cénomanien apparaît couronnant toute la crête du Djebel Mrhit où ses assises forment un pli synclinal. Quelques débris d'Ammonites et de Bélemnites se montrent dans ces couches marno-calcaires. Sur le versant sud le Gault se montre de nouveau concordant avec le Cénomanien qui est au-dessus et paraissant recouvrir de nouvelles couches cénomaniennes qui forment l'escarpement de Darsaf. Y a-t-il là encore recouvrement ou contact par faille, c'est ce qu'il est difficile de dire. Quoi qu'il en soit, le Cénomanien se relève ensuite, au sud, sur un nouveau pli anticlinal du Gault. Ce sont encore là les poudingues cartenniens qui viennent recouvrir le Gault en discordance.

Il y a donc, en somme, deux grands plis anticlinaux dont le Gault occupe l'axe et un nombre variable suivant les points considérés de plissements secondaires. Aucun d'eux n'a été assez important pour donner au pays le relief d'une véritable chaîne de montagnes

TERRAINS MIOCÈNES DE LA RÉGION DE CARNOT (ALGÉRIE),

par **M. A. BRIVE** (1).

Par la région de Carnot il faut comprendre toute la bordure nord de cette partie de la plaine du Chélif comprise entre Duperré à l'est et l'Oued Fodda à l'ouest. Le village de Carnot est situé un peu en avant des premières collines de cette bordure du côté de l'ouest.

Dans cette région la plaine du Chélif est resserrée entre les massifs du Doui et du Temoulga au sud et les contreforts du massif de Milianah au nord. Au point de vue géologique, cette région a été étudiée par M. Pomel (2). A la suite de la publication de la carte d'état-major au $\frac{1}{50000}$, feuille de Carnot, j'ai été chargé par MM. Pomel et Pouyanne d'en faire l'étude-détaillée. Ce sont les observations que j'ai recueillies dans mes courses relatives aux terrains miocènes qui font l'objet de cette note. Ma tâche a été grandement facilitée par les nombreux documents inédits que M. Pomel a bien voulu mettre à ma disposition.

M. Ficheur a bien voulu m'aider de ses conseils et vérifier mes déterminations. Je prie ces bienveillants professeurs de recevoir ici l'expression de ma plus vive reconnaissance.

I

La constitution géologique de cette région est assez simple. Elle comprend du nord au sud :

- 1° Les terrains crétacés, région montagneuse et forestière.
- 2° Les terrains miocènes, formant des collines dénudées.

(1) Communication faite dans la séance du 5 Février 1894 ; manuscrit remis le même jour ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 14 Mars 1894.

(2) POMEL, Géologie du massif de Milianah, 1872.

» Statigr. gén. de l'Algérie, 1889.

3° Les terrains pliocènes, se développant en une bande étroite continue sur plus de 30 kilomètres.

On a ainsi trois bandes d'inégale largeur sensiblement parallèles à la vallée dont la direction est O. 10° S. à E. 10° N.

BORDURE CRÉTACÉE

Dans la partie des terrains crétacés compris dans la feuille de Carnot, on trouve toute la série depuis le Gault jusqu'au Danien.

Le Gault est surtout développé vers l'est, au nord des Beni-Ghommerian. C'est le même faciès argilo-schisteux, avec intercalations des bancs de quartzites que celui indiqué par M. Pomel dans les environs de Miliana. C'est d'ailleurs le prolongement de la même bande.

Le Cénomanién est constitué par des calcaires marneux se débitant en plaquettes, surmontés d'une grande épaisseur de marnes jaunâtres dans lesquelles des bancs de calcaires feuilletés s'intercalent à diverses hauteurs. Au Djebel Tsili (nord de Kerba), on trouve en abondance des empreintes d'Ammonites. Les autres fossiles y sont rares.

Amm. inflatus Sow.

Belemnites sp.

Terebratulula Nicaisi Coq.

Le Sénonien est constitué par une succession marno-calcaire qu'il est difficile de séparer du Cénomanién. La zone de contact étant une région forestière, il n'est guère possible de voir les relations de ces deux étages. Sur le flanc nord du Djebel Tsili j'ai trouvé un Oursin en très mauvais état qui paraît se rapporter à :

Bolbaster verrucosus Coq. sp.

caractéristique du Sénonien inférieur d'Aïn-Bessem et des environs de Constantine.

Le Danien est représenté dans les Tachta et près de Carnot au Djebel Karouche, par des argiles schisteuses noirâtres surmontées de gros bancs de grès quartziteux. C'est le faciès que l'on retrouve dans toute la zone littorale du Tell.

Toute cette série présente une inclinaison générale vers le nord et elle sert de substratum à la série miocène avec laquelle elle discordé toujours.

II

SÉRIE MIOCÈNE

Les terrains miocènes forment une bande continue d'une largeur variable de 4 à 10 kilomètres et de 25 kilom. de long. Vers l'ouest cette bande se continue en s'élargissant vers les Beni-Rached.

Ces terrains sont dans cette région bien caractérisés. Mes études m'ont amené à un résultat identique à celui qu'a obtenu M. Ficheur dans ses études sur la Kabylie; c'est-à-dire que les terrains miocènes comportent trois divisions nettement caractérisées; qu'entre chaque division il y a eu une lacune assez importante pour que des érosions puissantes se soient produites avant le dépôt du terme plus récent.

Le miocène de cette région répond en tout point à la classification établie par M. Pomel. Je conserverai donc cette classification me réservant dans cette note d'en montrer une fois de plus l'exactitude.

ETAGE CARTENNIEN

Ce terrain forme une mince bande aux flancs des montagnes crétacées, toujours fortement relevé sur les pentes et présentant un plongement très accentué au sud. Il présente ici l'allure qu'il a partout en Algérie; il est fortement démantelé et a été profondément raviné avant le dépôt de l'Helvétien.

On peut y distinguer deux assises :

A la base : *Poudingues et grès*.

A la partie supérieure : *Marnes à délit conchoïde*.

1° *Poudingues et grès*. — Ils se développent sur toute la bordure des terrains crétacés et sont constitués à la base par des éléments assez volumineux généralement bien roulés et s'atténuant de façon à ne plus former à la partie supérieure qu'un grès grossier. Dans les parties inférieures les fossiles sont rares, ils abondent dans les parties plus gréseuses, mais souvent en bien mauvais état de conservation. J'y ai recueilli en assez bon état.

Ostrea crassicosata Sow.

Anomia costata Broc.

Spondylus crassicosatus Lmk.

Pecten solarium Lmk.

— *burdigalensis* Lmk.

— *Justinus* Font.

Pectunculus cf. *Fichteli* Desh.

Venus } moules abondants.

Tellina }

Pleurotoma sp.

Solarium cf. *moniliferum*, Brong.

Xenophora cumulans Brong.

Balanus sp.

Clypeaster petalodes Pom.

Polypiers abondants.

2° *Marnes*. — Les marnes se reconnaissent facilement par leur délit conchoïde, mais aussi par les talus escarpés qu'elle forment et enfin par les filonnets de calcite qui les traversent et dont les fragments en plaquettes couvrent le sol, lui donnant un aspect tout spécial, bien caractéristique. Ces marnes sont calcaires, dures, de couleur bleuâtre, présentant parfois des intercalations de petits bancs gréseux. Les fossiles font défaut dans cette région.

L'Etage cartennien est donc ici constitué tel que M. Pomel l'a décrit (1) et tel que M. Ficheur (2) l'a retrouvé en Kabylie avec la même composition et la même allure. Son épaisseur est très variable, mais elle a dû être considérable, car malgré les érosions elle présente encore aux Tachta au moins 450^m dont 150 à 200 de grès et poudingues.

Dans cette région le Cartennien présente une série de plis qu'il est difficile de suivre, étant le plus souvent cachés par les formations plus récentes. La coupe I de la fig. 3 et la coupe ci-dessous montrent l'allure générale du terrain.

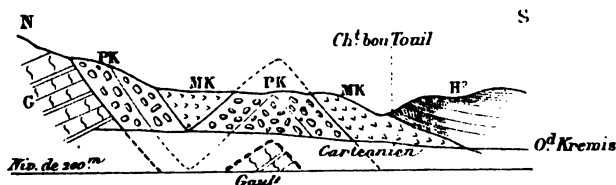


Fig. 1. — Coupe le long de l'O^d Kremis près le M^t Si ben Youcef, à 4 kil. N.O. de Kherba.

Echelle $\frac{1}{25000}$ Haut. $\frac{1}{10000}$

G — Gault. PK. poudingues cartenniens H² Helvétien moyen.
MK. marnes cartenniennes

1° *Relations avec le Crétacé*. — Le Cartennien a toujours dans cette région les terrains crétacés pour substratum. La discordance existe sur toute la bordure d'une manière bien nette.

(1) POMEL, Stratigraphie gén. de l'Algérie, 1889.

(2) FICHEUR, Descr. géolog. de la Kabylie du Djurjura, 1890.

2° Avec l'*Helvétien*. — L'*Helvétien* est en superposition discordante sur le Cartennien. C'est une discordance par érosion. Pour s'en rendre compte il suffit d'étudier les lambeaux cartenniens échelonnés depuis la Sra Kechach jusqu'aux Tachta.

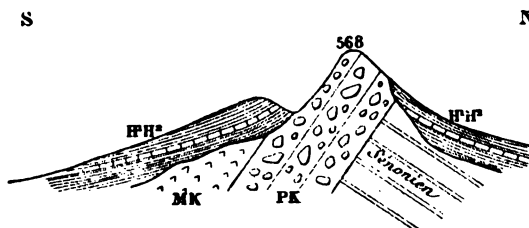


Fig. 2. — Coupe d'un lambeau cartennien près de la Ferme Olivier (nord de Carnot).

Echelle au $\frac{1}{25000}$. Haut. triplées.

PK. pouding. et grès	} Cartennien	H¹H² Helv. infér et moyen.
MK. marnes		

Comme cette coupe le montre, les marnes helvétiques entourent complètement le Cartennien. Les marnes cartenniennes ne se montrent pas toujours à la surface mais on les trouve généralement en cherchant dans les ravins voisins. On les voit alors recouvertes par les marnes helvétiques qui les ont ravinées ainsi d'ailleurs que les poudingues. Ce n'est pas un fait local. M. Ficheur en a signalé de semblables en Kabylie et j'en ai observé d'analogues dans l'étude détaillée que j'ai faite de la région de Vesoul-Benian. C'est donc un fait important et général qui indique une limite bien nette entre les deux premiers étages du Miocène.

ETAGE HELVÉTIEN

Dans la région de Carnot l'*Helvétien* est représenté de bas en haut par une puissante assise marneuse surmontée de grès.

Les marnes s'intercalent à leur partie inférieure de petits bancs gréseux. Je me crois autorisé, d'après les études que j'ai faites de l'*Helvétien* dans la région de Vesoul-Benian, à considérer cette zone un peu plus gréseuse comme représentant ici l'*Helvétien* inférieur. L'*Helvétien* comprend donc trois termes :

- 1° Marnes et grès :
- 2° Marnes argileuses ;
- 3° Grès supérieurs.

Les calcaires à Mélobésies n'étant qu'un faciès corallien de l'Helvétien inférieur, faciès non représenté dans cette région.

1° *Helvétien inférieur et moyen.* — Les marnes sont très puissantes au nord de Carnot, mais n'en forment pas moins une bande continue vers l'est ; bande qui va se réduisant en surface. Ces marnes très argileuses sont très délitescentes sous l'action des eaux fluviales. Elles se reconnaissent aux affaissements du sol qu'elles constituent, aussi présentent-elles des pentes très douces. La végétation est presque nulle à leur surface. Dans les parties inférieures, la présence de petits bancs gréseux leur donne un peu plus de consistance et donne lieu à une végétation broussailleuse. Ces caractères mis en opposition avec ceux des marnes cartenniennes font comprendre combien leur limite est facile à marquer lorsque ces deux formations sont en contact.

Généralement peu fossilifères, ces marnes présentent dans les tranchées de la nouvelle route de Carnot à l'Oued Damous quelques moules de petits Bivalves indéterminables. Au nord des Beni-Ghomérien, dans l'Oued bou Chetene, un banc gréseux qui s'intercale à la partie supérieure des marnes renferme une assez grande abondance de moules de :

<i>Venus</i>	<i>Cardium.</i>
<i>Tellina</i>	<i>Cytherea.</i>
<i>Conus.</i>	

La puissance totale de ces marnes peut être évaluée au moins à 300^m au nord de Carnot.

2° *Helvétien supérieur.* — L'Helvétien supérieur est surtout gréseux. Il débute par des alternances marno gréseuses qui passent à des grès friables en bancs bien réguliers.

Leur puissance aux Beni Ghomérien peut être évaluée à une centaine de mètres. Ce sont les mêmes grès que ceux du Gontas avec lesquels on peut facilement les relier par les lambeaux restés en bordure le long de la plaine du Chélif. Cependant les poudingues que l'on trouve intercalés dans les grès au Gontas ne se présentent pas ici. Ces grès des Beni Ghomérien plongent au sud un peu est de même que ceux du Gontas. L'*Ostrea crassissima* s'y montre non-seulement à la base mais à tous les niveaux dans les grès, et

comme à Médéa et au Gontas elle y est très abondante. J'ai trouvé en outre un *Pecten* indéterminable et un morceau de *Bulane*.

Ces grès forment une bande interrompue sur une huitaine de kilomètres au nord de Kerba. A l'est de cette zone ils constituent les collines du pays des Béni-Ghomérien; à l'ouest la bande est continue formant le Kef Eddis, le Kef Ensoura et va se terminer au Djebel Karouche où les grès se relèvent sur le Danien. Dans toute cette bande, les grès plongent au sud sous les terrains plus récents; mais les érosions qui se sont produites avant le dépôt de ces terrains plus récents, laissent apparaître les marnes helvétiques en rapport avec le Sahélien et même directement avec le Pliocène. (Coupe III et V de la fig. 3).

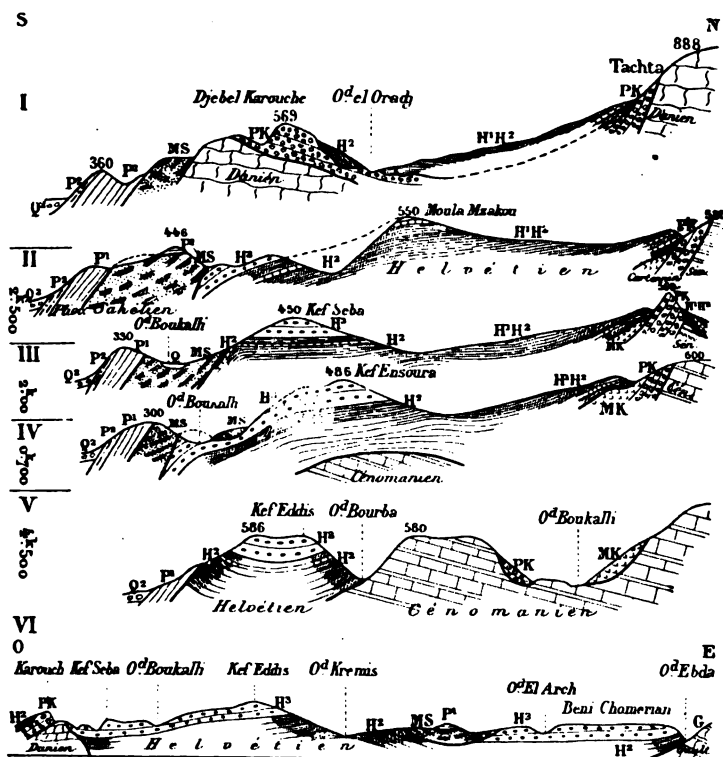


Fig. 3. — Coupes transversales et parallèles dans la zone miocène de la région de Carnot. — Echelle 1/100000. Hauteurs triplées.

I, II, III, IV, au N.-O. et au N. de Carnot; VI, Coupe parallèle à la vallée du Chélif, perpend. aux précédentes. — Echelle 1/400000.

PK MK — Poud. et marnes carteniens

MS — Marnes sahélliennes

H¹H² — Helvétien inférieur et moyen

P¹P² — Pliocène

H³ — Grès helvétiques supérieurs

Q² — Quaternaire ancien.

Relations avec les terrains plus anciens. — La série de coupes de la figure ci-dessus montre les relations de l'Helvétien et des terrains plus anciens. On peut y voir les marnes reposant tantôt sur le Cartennien, tantôt sur le Crétacé. Les grès ne sont jamais en contact avec le Cartennien ; au Djebel Karouche on peut observer leur contact avec les grès daniens, contact qui est peut-être le résultat d'une faille (Coupe VI).

ETAGE SAHÉLIEN

Ce terrain est représenté par une mince bande le long de la plaine mais moins continue que la précédente. Comme composition ce sont des marnes très argileuses s'intercalant irrégulièrement de petits lits sableux plus abondants dans les parties supérieures. Les assises les plus inférieures se montrent à l'est de Kerba intercalées de petits lits irréguliers de poudingues à petits éléments qui s'atténuent à peu de distance du bord. La présence de poudingues à la bordure du Sahélien a déjà été signalée par M. Ficheur en Kabylie.

Les marnes sont bleuâtres, prenant une teinte jaunâtre dans les parties voisines des lits sableux. Les fossiles sont abondants à tous les niveaux. Dans les poudingues de la base ils sont à l'état de moules, sauf les *Ostrea* qui y sont abondantes, et pour ainsi dire localisées, car elles font défaut dans les marnes. Dans les lits sableux, les fossiles sont conservés avec leur test et sont abondants. On y trouve tant dans les poudingues que dans les marnes :

Ancillaria glandiformis Lmk.

Turitella valriacensis Font.

— *bicarinata* Echw.

Proto rotifera Link.

Pleurotoma ramosa Bast.

— *cataphracta* Broc.

— cf. *turriculata* Broc.

— *Jouanneti* Desm.

Phos polygonum Broc.

Pyrula reticulata Lmk.

Conus antediluvianus Brug.

— *Mercati* Broc.

— *Dujardini* Desh.

— *ventricosus* Brong.

Cerith. vulgatum Brug.

Cassis saburon Lmk.

Cardita Jouanneti Bast., var. *laevi*
plana Deperet.

— *scalaris* Sow.

— *rudista* Lmk.

— *Partschi* Gold.

Cardium Michelotti Mayer.

Arca diluvii Lmk.

Solecurtus strigillatus Lmk.

Venus umbonaria Lmk.

— *plicata* Gml.

— *islandicoides* Lmk.

Pecten vindascinus Font.

— *pusio* Lmk.

Anomia ephippium Lmk.

Ostrea lamellosa Broc.

— *perpiniana* Font.

Ceratotrochus sp., Dents de *Lamna*, *Oxyrhina*.

Les fossiles dominants sont :

<i>Cardita Jouanneti</i> Bast., var. <i>laevi-</i>	<i>Turritella valriacensis</i> Font.
<i>plana</i> Dep.	<i>Conus Mercati</i> Broc.
<i>Ancillaria glandiformis</i> Lmk.	<i>Cerithium vulgatum</i> Brug.

Relations avec les terrains plus anciens. — Le Sahélien n'est en contact avec le Crétacé qu'au Djebel Karouche (coupe 1 de la fig. 3) où il s'appuie en discordance sur les grès daniens.

Avec le Cartennien. — Ce contact s'observe au N.-E. de Kerba, près l'Aïn el Kahala.

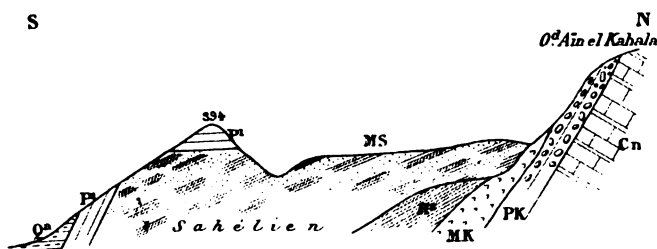


Fig. 4. — Coupe le long de l'Oued Aïn el Kahala.

Echelle $\frac{1}{25000}$. Haut. triplées.

Cartennien {	Cn — Cénomanien	H ² — Helvétien moyen.
	PK — Poudingues	MS — Sahélien
	MK — Marnes	Pi — Pliocène inf.

Q^a Quaternaire ancien.

Le Sahélien recouvre les marnes helvétiques et vient s'appuyer en discordance sur les marnes cartenniennes.

Avec l'Helvétien. — Le contact avec les marnes helvétiques s'observe en plusieurs points par suite de l'ablation des grès supérieurs (Fig. 3, coupe III). Avec les grès les relations sont bien nettes en trois points :

1° Au confluent du Chabet ed Diss et de l'Oued Kef Seba on voit les grès helvétiques supérieurs, corrodés, plonger sous les marnes sahéliennes (Fig. 3, coupe II).

2° Dans le lit de l'Oued Boukalli au Marabout Si Ali Moussa (coupe IV) les grès qui forment le Coudiat Guerchouch présentent un pli synclinal dans lequel le Sahélien s'est déposé après érosion manifeste des couches gréseuses.

3° Au Douar El Zid le Sahélien présente un pli synclinal dont l'axe est dirigé N. S., et qui fait apparaître les couches inférieures

venant se relever sur les tranches des grès à *Ostrea crassissima* des Beni Ghomérien. Les deux coupes ci-dessous prises dans deux directions perpendiculaires montrent ces relations.

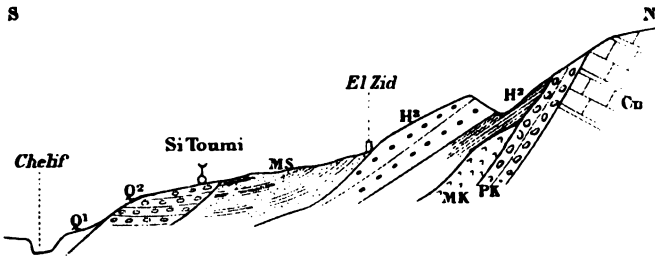


Fig. 5. — Coupe à 4 kil. à l'est de Kerba.

Echelle au $\frac{1}{50000}$. Haut. triplées.

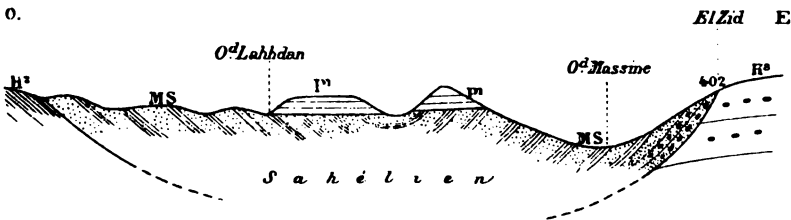


Fig. 6. — Coupe perpendiculaire à la précédente.

Echelle au $\frac{1}{50000}$. Haut. triplées.

Cartennien.	{	PK. Poudingues.	MS — Sahélien.
		MK. Marnes.	P¹ — Piloc. inf.
Helvétien.	{	H². Helvétien moyen.	Q² — Quatern. ancien.
		H³. Helvétien sup.	Q¹ — Quatern. récent.

III

PLIOCÈNE

Le première ligne de collines au nord de Carnot se montre constituée par une formation sableuse et caillouteuse puissante qui comprend de bas en haut :

- 1° Sables et grès sableux ;
- 2° Sables argileux rouges ;
- 3° Cailloux roulés et conglomérats.

Ces assises sont concordantes avec une inclinaison au sud de plus de 45° et atteignent 400^m de puissance. On peut très bien les observer le long de la route de l'O^d Damous dans les tranchées.

Vers l'est, l'assise inférieure se poursuit jusqu'à quelques kilomètres à l'est de Kerba. Vers l'ouest, elle s'atténue dans les Beni Rached.

Les deux assises supérieures se prolongent au contraire peu vers l'est, à quelques kilomètres seulement, tandis qu'elles se développent vers l'ouest, les cailloux roulés devenant de véritables poudingues, dans les Beni Rached sur toute la bordure de la plaine et jusqu'à Orléansville où elles constituent la colline des Adjerafs.

Relations avec le Sahélien. — Cette formation surmonte partout le Sahélien, mais en nombreux points, elle vient s'appuyer directement sur les marnes helvétiques; les relations avec le Sahélien sont indiquées par les coupes qui composent la fig. 3 et aussi par les fig. 4 et 6. La coupe de la fig. 6 est surtout intéressante, elle montre cette formation reposant sur les tranches des couches sahéliennes. Il y a donc bien discordance.

Aussi cette formation doit-elle être considérée comme pliocène et divisée en deux assises :

1° Pliocène inférieur : Sables et grès sableux;

2° Pliocène supérieur : Sables argileux et poudingues.

1° *Pliocène inférieur.* — Ce sont des grès sableux friables à éléments assez grossiers présentant quelques bancs bien réguliers de grès plus compacts et plus durs. Les fossiles trouvés dans une course faite en compagnie de M. Ficheur sont des *Helix*, des *Bulimes*, des *Cyclostomes*, en assez grande abondance, mais à l'état de moules et dans un mauvais état de conservation. Après comparaison avec les *Helix* provenant du bassin lacustre de Constantine, il a été reconnu :

Helix fossulata Pom.

* *Helix* cf. *subsemperiana* Thom.

La présence ici de ces espèces du calcaire pliocène inférieur d'Aïn el Bey (Constantine) confirme l'âge pliocène inférieur de ces grès sableux. L'*Helix* cf. *subsemperiana* Thom. de Carnot diffère cependant du type d'Aïn el Bey par la bouche qui est moins arrondie, ce qui le rapprocherait du type *semperiana* Crosse. Il en diffère par l'absence de la constriction du bord columellaire. C'est donc une variété intermédiaire entre le type *semperiana* Crosse miocène et le type *subsemperiana* Thom. pliocène.

Les *Bulimes* présentent une forme plus conique que ceux trouvés

dans les gisements de Constantine et ils ont en outre à la surface du moule, un large sillon parallèle au bord qui semble indiquer un épaissement de la coquille.

Par la présence de ces fossiles terrestres et aussi par l'aspect bien stratifié de ces grès sableux, cette formation est certainement continentale ou de rivage, présentant le faciès de dunes consolidées.

2° Pliocène supérieur. — Ce sont des sables argileux rouges surmontés de cailloux roulés passant à des poudingues consistants. Je n'y ai pas trouvé de fossiles. C'est une formation continentale et alluvionnaire représentant les dépôts les plus anciens de la vallée du Chélif. Ces dépôts sont discordants sous le Quaternaire le plus ancien de la vallée.

IV

CONCLUSIONS

De cette étude il résulte que les terrains miocènes sont représentés dans la région de Carnot par trois étages correspondant à ceux que M. Pomel a établis pour le Miocène; qu'entre ces étages il y a discordance par suite d'érosions puissantes de sorte que chaque étage est nettement délimité. De plus, il existe au-dessus du Miocène et en discordance absolue une série d'assises pliocènes. La constitution gréseuse et caillouteuse de cette dernière formation, rappelle à première vue celle du Gontas. Aussi un rapprochement entre ces deux formations peut-il venir à l'idée d'autant plus que la coupe III, fig. 3, prise au nord immédiat de Carnot peut laisser supposer la continuité des grès de l'Helvétien supérieur et des grès pliocènes à Hélix. Mais il suffit de s'éloigner soit vers l'est, soit vers l'ouest, pour trouver à peu de distance les relations exactes de ces deux formations (coupe II et IV de la même figure). D'autre part les grès de l'Helvétien supérieur, tant au Gontas qu'à Carnot, sont toujours concordants avec les marnes sous-jacentes tandis que la discordance est manifeste pour les grès pliocènes à Hélix. Entre les grès du Gontas et les grès à Hélix il y a toute l'épaisseur du Sahélien. Les grès du Gontas et les grès à Hélix de Carnot ne peuvent donc être consi-

dérés comme tortoniens ainsi que M. Welsch (1) en a émis l'hypothèse, en indiquant la continuité de ces grès avec les couches à *Ancillaria glandiformis* et *Cardita Jouanneti*. Le Sahélien reste bien confiné dans les parties basses du massif de l'Atlas; et quoique ayant participé aux derniers mouvements qui ont donné à ce massif son relief actuel, le Sahélien n'a pas été porté à des hauteurs aussi considérables que M. Welsch (2) a cru pouvoir l'indiquer par suite de l'attribution inexacte donnée aux grès du Gontas et à ceux de Médéa.

Quant aux calcaires que M. Welsch (3) signale dans une note récente, comme tortoniens dans la région de Carnot, je dois avouer que je n'ai pas vu de calcaires, mais seulement des grès calcari-fères qui sont les grès à Hélix.

(1) (2) WELSCH. — *C. R. Ac. Sc.*, octobre 1892.

(3) Id. — *C. R. séances, S. G. F.*, 18 déc. 1893.

DÉCOUVERTE D'UNE FAUNE PALÉOZOÏQUE A L'ILE D'ELBE,

par **M. Charles DE STÉFANI** (1).

Il y a quatre ans, je découvris au Monte Pisano, près de Lucques, un gisement de plantes fossiles parfaitement conservées, gisement supérieur au *verrucano* typique qui permettait de raccorder les couches environnantes au Houiller supérieur. Ces couches, partout suffisamment riches en fossiles, suivent, surtout à l'est, le pourtour du Monte Pisano, dont le massif central doit être attribué probablement au Paléozoïque inférieur.

Dans le mois de juillet 1892, je trouvai d'autres fossiles, apparemment plus anciens, dans les schistes lustrés du côté oriental de l'île d'Elbe. Il s'agit principalement de Mollusques marins et surtout de Lamellibranches ; ils sont très abondants, bien que se rapportant à un petit nombre d'espèces. On les trouve tantôt dispersés dans les schistes, le plus souvent à l'état de moules, tantôt constituant une vraie lumachelle englobée dans le grès ou dans le fer oxydulé.

Les Trilobites ne sont pas représentés d'une manière certaine ; les Brachiopodes sont rares et mal conservés. Voici la liste préliminaire des fossiles les plus déterminables :

1° *Plumulites* sp. n. Le genre *Plumulites* Barr., ou *Turrilepas* Woodw., ou *Oploscolex* Salter, très voisin des *Lepadidae* de l'époque actuelle se montre presque exclusivement dans le Silurien ; selon Clarke il se trouverait aussi dans le Dévonien de l'Amérique.

2° *Beyrichia* sp. n. Une valve ayant quelque ressemblance avec la *B. devonica* Jones. Les *Beyrichia* abondent dans le Silurien ; elles sont rares dans le Cambrien et dans le Dévonien, et s'éteignent avec 2 ou 3 espèces dans le Carbonifère.

3° *Goniatites* (*Tornoceras*?) sp. n. Un mauvais exemplaire qui ne peut se rapporter qu'aux *Goniatites magnosellaridae* du Dévonien. On pourrait le rapprocher du *G. nuciformis* Whidh. et du *G. linearis* Münst.

(1) Communication faite dans la séance du 5 Février 1894. Manuscrit remis le 1^{er} Février. Epreuves corrigées par le Secrétariat.

4° *Macrochilina* sp. n. proche de la *M. arcuata* Schl. du Dévonien et de la *M. maculata* de Kon., du Carbonifère inférieur. Ce genre, abondant dans le Dévonien, s'éteint et n'est plus représenté que par une espèce dans le Permien. Selon quelques auteurs, ce genre ne disparaît que dans le Trias.

5° *Naticopsis* sp. n. Genre qui va du Silurien au Trias.

6° *Bellerophon* sp. n. comparable au *B. costatus* Sow. du Carbonifère.

7° *Euphemus* sp. n. peu différente du *Bellerophon* (*Euphemus*) *Urti* de Fleming et de Phillips, du Carbonifère inférieur et du Dévonien. Les *Euphemus* s'étendent du Dévonien aux couches du Salt-Range.

8° *Murchisonia* sp. n., cf. *M. tricineta* Münk. du Dévonien.

9° *Murchisonia*, petite espèce.

10° *Murchisonia* sp. n., cf. *M. quadricarinata* M' Coy, du Calcaire carbonifère.

11° *Murchisonia* sp. n., cf. *M. angulata* Phill., de Kon. et compl. auct., types très communs dans le Dévonien et dans le Carbonifère inférieur. Les *Murchisonia* ont vécu du Silurien au Trias.

12° *Loronema* sp. n., cf. *L. strigillatum* de Kon., du Carbonifère. Nombreuses espèces du Silurien au Trias.

13° *Anthracopectera* sp. n., cf. *A. bilsteinensis* Roem., du Dévonien et *A. quadrata* Sow. du Carbonifère. C'est l'espèce la plus commune : plusieurs autres espèces de *Myalina* abondent dans le Dévonien et dans le Carbonifère.

14° *Myalina* sp. n., cf. *M. tenuistriata* Sandb. et *M. Beushauseni* Frech du Dévonien. Les *Myalinae* se trouvent dans le Silurien et, toujours plus rares, jusque dans le Permien et dans le Trias.

15° *Myalina* ou *Anthracopectera* alia sp.

16° *Limoptera* ? sp. Le genre appartient au Dévonien inférieur. Les espèces le plus rapprochées sont la *L. semiradiata* Frech, de l'Allemagne et surtout la *Mytilarca dubia* Walcott, du Hamilton-group, que je crois une vraie *Limoptera*.

17° *Pterinaea* ? sp., cf. *P. Lordanensis* Frech et *P. Follmanni* Frech, du Dévonien inférieur. Le genre commence dans le Silurien, abonde dans le Dévonien inférieur et moyen et, selon M. Zittel, il arrive aussi au Carbonifère.

18° *Macrodon* sp. n., très peu différent du *M. aviculoides* de Kon. du Calcaire carbonifère de Visé en Belgique. Les *Macrodon* apparaissent dans le Dévonien et se continuent jusqu'à l'époque actuelle.

19° *Macrodon* sp. n., cf. *M. obtusus* Phill., du Carbonifère inférieur.

20° *Tellinomya* sp. On connaît ce genre du Silurien au Carbonifère.

21° *Edmondia* sp. n., cf. *E. tornacensis* de Ryck., *E. tenuilineata* de Kon., *E. Goldfussi* de Kon., etc., du Calcaire carbonifère de la Belgique. Genre incertain dans le Silurien; commun dans le Dévonien et dans le Carbonifère; connu par une espèce aussi dans le Permien.

22° *Edmondia?* sp., cf. *Edmondia? tenuissima* de Kon., du Carbonifère inférieur.

23° *Sanguinolites* sp. n., cf. *S. deletus* de Kon. du Carbonifère inférieur. Genre silurien, dévonien, carbonifère.

24° *Sanguinolites* sp. n., cf. *S. Selysianus* de Kon. du Carbonifère inférieur. M. De Ryckholt réunissait à tort ce groupe au genre vivant *Trapezium*.

25° *Goniomorpha* cf. *acuticarinata* Armstrong. Cette dernière espèce est du Carbonifère inférieur. Le genre est connu du Silurien au Carbonifère.

26° *Leptodomus* sp. n., cf. *L. truncatus* M. Coy. Genre silurien.

27° *Schizodus*, cf. *Wortheni* De Kon., du Carbonifère inférieur, sed. div.

28° *Schizodus* sp. n. avec le bord postérieur très allongé. Les *Schizodus*, dont plusieurs espèces semblables aux nôtres, se trouvent soit dans le Dévonien, soit dans le Carbonifère, ont continué du Dévonien au Permien.

29° *Schizodus?* sp. Il a une ressemblance très éloignée avec le *S. obscurus* King du Permien, mais il s'en distingue par les crochets tournés en arrière et par le bord postérieur très plissé et aigu.

30° *Cardiola* sp. Des fragments. Les *Cardiola* sont siluriennes et dévoniennes.

31° *Conocardium?* sp. n. Par le manque de prolongement rostriforme antérieur, cette espèce ne pouvait être comparée qu'au *C. nevadensis* Walcott du Dévonien inférieur. Le genre est silurien, dévonien et carbonifère.

32° *Hyalithes* sp. n., cf. *H. simplex* Barr. du Silurien. Les *Hyalithes* très communs dans le Cambrien et dans le Silurien sont réduits à trois ou quatre espèces dans le Carbonifère et dans le Permien.

33° *Actinocrinus tenuistriatus* Phillips. M. Phillips a indiqué cette espèce dans le Dévonien et dans le Carbonifère du Devonshire.

Comme il s'agit d'espèces nouvelles je n'ai indiqué que les noms génériques; et je n'ai fait quelques comparaisons avec des espèces du Carbonifère ou d'autres terrains que pour indiquer un point de repère. En examinant la liste, sans aucune idée préconçue, nous voyons qu'entre les trente-trois formes indiquées, deux *Goniolites*

et *Limoptera* ? seraient exclusives au Dévonien, une *Leptodomus* au Silurien. Tous les genres indiqués, excepté les deux premiers et les *Euphemus*, les *Anthracoptera*, les *Schizodus*, les *Macrodon*, se trouvent dans le Silurien ; ils y sont même plus abondants que dans les autres étages successifs.

Quelques-uns (*Plumulites*, *Cardiola*) n'arrivent pas au-delà du Dévonien ; quelques autres (*Beyrichia*, *Macrochilina*, *Euphemus*, *Anthracoptera*, *Pterinaea*, *Tellinomya*, *Edmondia*, *Sanguinolites*, *Goniomorpha*, *Schizodus*, *Conocardium*, *Hyolithes*) se poursuivent, représentés par un petit nombre d'espèces dans le Carbonifère ou très rarement dans le Permien et les genres *Naticopsis*, *Murchisonia*, *Loxonema*, *Myalina* vont jusque dans le Trias. Tous les genres, sauf les *Leptodomus* du Silurien, se trouvent donc dans le Dévonien ; quelques-uns appartiennent même exclusivement à cet étage. Leurs rapports aussi sont plus étroits avec le Silurien qu'avec le Carbonifère. Je me vois donc obligé de rapporter ces fossiles et ces terrains de l'île d'Elbe au Dévonien et, très probablement, au Dévonien inférieur.

Jusqu'à ce jour, le Dévonien n'était connu, en Italie, que dans les environs de Flumini, en Sardaigne, et dans les Alpes Carniques, où M. Frech l'a découvert il y a peu d'années (1). On n'est pas encore bien sûr si les schistes à *Phacops* de Pazzano, en Calabre, sont dévoniens ou siluriens (2).

En résumé, les terrains paléozoïques de la Toscane, que plusieurs auteurs, en dépit de la paléontologie, continuent à englober dans le Permien, doivent être divisés de la manière suivante :

1° Houiller supérieur du Monte Pisano et de Jano, près de Florence, à *Calamites Cistii* Brong., *Acithea polymorpha* Brong., *Sphenophyllum*, etc.

2° Dévonien inférieur de l'île d'Elbe, à *Hyolithes*, *Beyrichia*, *Plumulites*, *Goniatites*, *Bellerophon*, *Anthracoptera*, *Myalina*, etc.

3° Silurien moyen des Alpes Apuanes à *Orthoceras*, *Gomphoceras*, *Cyrtoceras*, *Cardiola*, *Actinocrinus*, etc.

(1) F. FRECH, Ueber das Devon der Ostalpen (*Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch.* 1891).

(2) F. BAFFANI et G. DE LORENZO, Il Monte Consolino di Sillo (*Atti della R. Acc. Napoli*, 1893).

LE THALWEG GÉOLOGIQUE DE LA MOYENNE VALLÉE DE LA CÈRE,

par **Pierre MARTY** (1).

(Pl. II et III).

INTRODUCTION.

Je tiens à inscrire en tête de cette note le nom de M. Rames et celui de M. Boule. L'étude que je présente ici n'est, en effet, dans ses grandes lignes, que la synthèse des observations éparses publiées, sur la vallée de la Cère, par ces deux habiles géologues. J'indiquerai, au moment opportun, celles de leurs œuvres où j'ai fait des emprunts ; mais qu'il me soit permis, avant de passer outre, d'adresser à M. Rames et à M. Boule, auprès desquels j'ai toujours trouvé les meilleurs conseils et les plus précieux renseignements, l'expression de ma très vive gratitude.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA VALLÉE DE LA CÈRE.

La vallée de la Cère a été, partiellement du moins, visitée, en 1884, par la Société Géologique de France.

C'est la plus importante de celles qui prennent naissance dans le massif volcanique du Cantal.

Issue de la caldeira même du grand volcan, elle rejoint la Dordogne au-dessous de Bretenoux (Lot) après un parcours d'environ 80 kilomètres. La vallée de la Cère peut se diviser en trois parties, ayant chacune un faciès très net et très spécial.

1^{er} parcours. — La première partie s'étend de la source de la

(1) Communication faite dans la séance du 5 Février 1894. Manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 26 Mars 1894.

rivière au Pas-de-la-Cère, à 2 kilomètres en amont de la petite station thermale de Vic.

La Cère naît dans un cirque de montagnes ouvert au sud-ouest et circonscrit par le piton du Lioran (1368^m), le pic du Rocher (1800^m), le Plomb du Cantal (1858^m), et le Puy Brunet (1806^m). Dans cette haute région, elle est formée de trois torrents qui descendent par des couloirs d'avalanche pour constituer, dans le col de Saignes (1200^m), le ravin des Gardes, où se marient la flore arctico-alpine et celle du hêtre, si bien étudiées par M. Lucien Beille dans son remarquable « *Essai sur les zones de végétation du massif Central de la France.* »

Du ravin des Gardes au Pas de-la-Cère, la rivière coule, torrentueuse et bouillonnante, parmi les éboulis des pics qui dominent ses deux rives.

Ceux-ci sont, à droite, la crête de Combenègre, le massif du Griou (1694^m), la croupe de Triboulan, le Courpou-Sauvage, le pic de l'Elancèze (1503^m) et le roc de Saint-Cayrial, au-dessus de Vic ; à gauche, le Puy-Brunet (1806^m), le pic de la Croix (1566^m) et le Puy-Gros (1599^m). Dans ce parcours, la Cère, dont la vallée est très resserrée, traverse toutes les formations du haut volcan : basalte des plateaux, phonolite, brèche d'andésite, basalte porphyroïde, cinérites à flore de Meximieux, trass, domite, labradorite, et même le calcaire aquitainien et le micaschiste du socle volcanique, qui se trouvent, sans doute, portés là au-dessus de leur niveau normal par quelque jeu de failles. Elle coule ainsi, du nord-est au sud-ouest, pendant 14 kilomètres, baignant les villages de Saint-Jacques et de Thiézac. Cette partie de son lit est trop rapide pour avoir permis la formation de dépôts d'atterrissement. Les vestiges glaciaires qu'elle peut contenir y sont rendus indiscernables par les éboulis actuels. Si l'on voulait la qualifier d'un mot, on pourrait la nommer « le parcours volcanique. »

Deuxième parcours. — Le faciès change au Pas-de-la-Cère (702^m).

La Cère s'engage là dans la nouvelle région par une profonde coupure bordée par deux falaises de brèche andésitique. Elle coule de ce point jusqu'au vieux donjon de Conros dans une plaine d'une grande fertilité. Sa largeur varie de 1 à 6 kilomètres. Sa longueur est de 20 kilomètres. Elle est bornée à droite par les crêtes de Polminhac, d'Yolet, de Boudieu, de Carbonnat, du Puy-de-Vaurs, du Puy-Courny, si admirablement étudié par M. Rames, enfin, par la plate-forme de l'hippodrome d'Aurillac. L'altitude de cette suite de collines s'abaisse graduellement de 1100 à 600 mètres.

La ligne de faite est marquée à gauche par les hauteurs de Curebourse, des Huttes, du Pas-du-Luc, de Trin, de Rouziers, et par les Puys de Caillac, de Salesse, d'Espinet, de Combelle, de la Pépinière, de la Peyrusse et de Montmule.

Les altitudes moyennes de ces croupes sont sensiblement égales à celles qui viennent d'être indiquées.

La partie de la vallée de la Cère comprise entre le Pas-de-la-Cère et Conros peut être elle-même scindée en deux sections, séparées par l'importante moraine frontale-terminale de Carnéjac-Louradou. Nous emploierons, pour désigner ces deux sections, les termes consacrés par l'usage local, et nommerons la supérieure « vallée de Vic », et l'inférieure « plaine d'Arpajon ». Celle-là mesure 16 kilomètres de long : celle-ci 4 kilomètres seulement. Mais tandis que la première n'a guère plus de 2 kilomètres de diamètre dans sa plus grande largeur, entre Runhac et Sémilhac, la seconde en atteint 5 entre Aurillac et Conros. La plaine d'Arpajon figure un parallélogramme circonscrit à l'est et au nord par des collines tertiaires, à l'ouest et au sud par des collines primitives. La Cère s'échappe de l'angle sud-ouest de cette plaine par le très étroit défilé de Conros.

La vallée de la Cère entaille dans cette région le terrain erratique des hauteurs et des pentes, le basalte des plateaux, la brèche andésitique, les cinérites à flore de Meximieux, le trass, la domite, le basalte miocène, les formations tortonniennes, le calcaire aquitainien, les argiles tougriennes et le terrain primitif qui la borde principalement sur son flanc gauche, de Caillac à Conros. Il convient d'ajouter à cet ensemble d'assises les formations glaciaires et fluviatiles du thalweg actuel qui, faisant l'objet de cette note, seront, sous peu, étudiées en détail.

La Cère est orientée, dans ce parcours, du nord-est au sud-ouest. Les principaux centres habités qu'elle baigne sont la petite ville de Vic, le village de Polminhac et le gros bourg d'Arpajon.

En aval de ce dernier, elle reçoit, à droite, le ruisseau de Mammou ou de la Condamine et la Jordane ; à gauche, le ruisseau des Granges.

Si l'on voulait qualifier d'un mot ce second parcours de la Cère, on le nommerait « le parcours sédimentaire », car c'est, en effet, presque uniquement dans les assises calcaires qu'il s'effectue.

Troisième parcours. — Le troisième parcours de la Cère, de Conros à Bretenoux, est de beaucoup le plus long. Il mesure environ 42 kilomètres.

La Cère coule d'abord vers le nord-ouest, jusqu'au-delà de la Roquebrou, la seule localité du Cantal un peu importante qu'elle arrose après Arpajon. Elle s'infléchit ensuite vers le sud-ouest, direction sous laquelle elle atteint la Dordogne. Ce trajet est encore peu exploré, tant à cause des difficultés de pénétration qu'en raison de la monotonie du faciès. Il pourrait être désigné sous le nom de « parcours cristallophyllien ». La Cère y suit en effet de profondes gorges de micaschiste, percé çà et là de filons de granite et de microgranulite, pour finir dans une vaste plaine de cailloux roulés, dominée à droite et à gauche, par des falaises de calcaire du Lias.

COUPE GÉNÉRALE DU THALWEG DE LA MOYENNE VALLÉE DE LA CÈRE

Des trois parcours qui viennent d'être énumérés, un seul nous intéresse, celui de Vic à Conros. Aussi allons-nous en aborder l'étude détaillée (voy. la carte pl. II).

Le géologue qui suit le thalweg de la Cère entre les deux localités précitées, observe la superposition de terrains suivante, en partant du niveau le plus ancien pour aboutir au plus récent :

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| 1° Substratum | { | Micaschiste avec recouvrements partiels d'argile tongrienne. |
| | | |
| 2° Interglaciaire... .. | { | 1° Lit de sable ; |
| | | 2° Grès psammité et argileux ; |
| | | 3° Nappe de cailloux roulés de la plaine d'Arpajon. |

(Ces trois formations ne représentent qu'un niveau stratigraphique).

- | | | |
|---|---|--|
| 3° Glaciaire du fond des vallées actuelles..... | { | 1° Glaciaire de la vallée actuelle ; |
| | | 2° Terrasses creusées dans la nappe de cailloux roulés de la plaine d'Arpajon. |

(Ces deux formations peuvent être sensiblement synchroniques).

- | | | |
|------------------------|---|---|
| 4° Post-glaciaire..... | { | 1° Bancs de sable post-glaciaires de la vallée de Vic et de la plaine d'Arpajon ; |
| | | 2° Limon moderne de la même région. |

(Ces deux formations n'indiquent peut-être qu'un niveau stratigraphique).

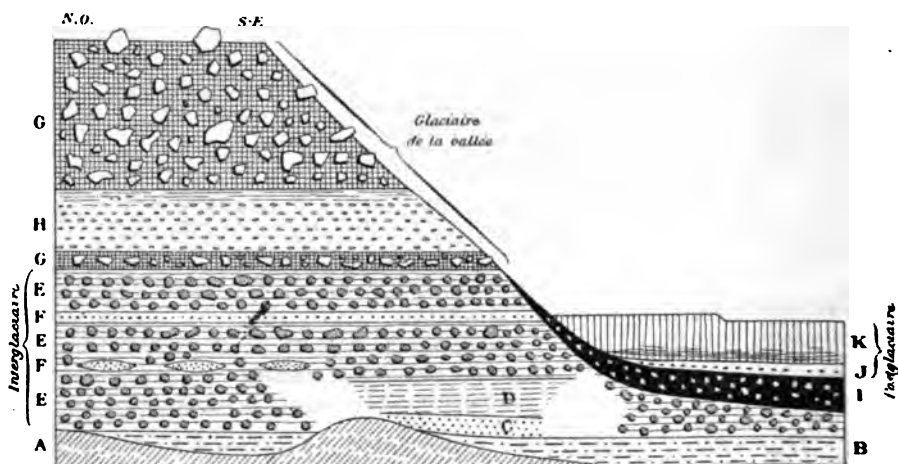
Examinons en détail ces diverses formations.

MICASCHISTE AVEC RECOUVREMENTS PARTIELS D'ARGILE TONGRIENNE

Ces roches sortant du cadre de cette étude, nous n'en dirons rien, sinon qu'elles servent de substratum à toutes les couches quaternaires et post-quaternaires de la vallée de la Cère.

Le micaschiste est surtout observable en amont du pont de Carbonnat, où il forme une chaussée naturelle, perpendiculaire à l'axe de la vallée, et que la Cère franchit en rapide. On en retrouve

Fig. 1. — Coupe théorique du thalweg de la moyenne vallée de la Cère.



- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| A. Micaschiste. | G. Boue glaciaire. |
| B. Argile tongrienne. | H. Vase et gravier. |
| C. Lit de sable. | I. Terrasses remblayées. |
| D. Grès psammite et argileux. | J. Sables post-glaciaires. |
| E. Nappe de cailloux roulés. | K. Limon moderne. |
| F. Bancs et cordons de sable. | |

d'autres pointements considérables, un peu plus haut, entre Caillac et le Rieu. L'argile tongrienne forme les deux buttes qui se font vis-à-vis et percent toutes les formations du thalweg, un peu en amont d'Arpajon. Elle apparaît encore, dans le lit de la rivière, à Caillac, au Doux, à Maymac, etc.

INTERGLACIAIRE.

1° *Lit de sable.*

Ce lit peut avoir une certaine étendue, mais il ne m'a été possible de l'observer que sur un point. Il m'a été signalé, par M. Dejou, dans un puits creusé à travers les cailloux roulés que nous étudierons sous peu à Carbonnat-Maussac, près d'Arpajon.

Le fond de ce puits, en forage lorsque je le visitai, atteignait l'argile rouge tongrienne. Immédiatement au-dessus reposait le lit de sable en question, avec un mètre de puissance.

Ses matériaux étaient si empâtés de vase que je dus avoir recours à un lavage énergique pour en déterminer la nature. Ils sont surtout quartzeux, mais renferment aussi des fragments de labradorite, d'andésite et de basalte porphyroïde.

Ce sable, gisant ainsi sur l'argile tongrienne, représente le premier dépôt d'atterrissement de la vallée actuelle de la Cère. Il dut être formé par des eaux relativement tranquilles, car il ne m'a fourni aucun galet un peu volumineux. Je n'ai rencontré là que de petits cailloux de rivière dont les plus gros ne dépassaient pas le volume d'une noix.

2° *Grès psammite et argileux.*

Sur ce banc de sable fluviatile repose une formation importante de grès alternativement psammite et argileux fissile. Son faciès rappelle tout à fait celui des fonds de lacs tortoniens de Joursac et d'Andelat.

C'est d'abord, à la base, une couche de 1 mètre 10 de grès franchement lité, à feuillets alternants d'argile jaunâtre et de mica. Leur épaisseur moyenne est de 1 millimètre. Cette couche profonde est humide et plastique.

Immédiatement au-dessus, seconde assise de grès de 0^m30 de puissance, d'un gris bleuté très brillant et peu fissile. Sa pâte est aussi fine que celle de la précédente. Elle est presque uniquement composée de paillettes de mica bronzé dans un magma argileux et noirâtre. On peut observer à la base de ce banc un feuillet d'argile complètement durci, d'un millimètre d'épaisseur, et coupant avec une grande régularité tout le diamètre du puits.

Enfin, couronnant cet ensemble, et immédiatement subordonnée à la nappe de cailloux roulés, qui lui succède brusquement, et sans pénétration réciproque, se trouve une dernière couche de grès de 1 mètre de puissance. Sa coloration est d'un gris jaunâtre, sa finesse considérable. Elle est obscurément feuilletée, et composée presque uniquement d'argile et de calcaire qui donne une forte effervescence à l'acide chlorhydrique.

Fossile. — J'ai rencontré à ce dernier niveau une empreinte de plante qui, bien que peu déterminable, semble présenter l'aspect d'un *Sphagnum cymbifolium*.

Lieux d'observation. — La couche de grès n'a été, jusqu'ici, observée que sur trois points : dans le puits de la sablière de Carbonnat-Maussac, dans un petit ravin situé à une cinquantaine de mètres en aval de cette sablière, où elle paraît en affleurement, et enfin dans le parc de Maussac, où des travaux de substruction ont permis à M. Rames de l'étudier sous le même aspect.

Maussac n'étant éloigné de Carbonnat que de 600 mètres environ, on serait tenté d'admettre que cette couche ne présente qu'un faible développement. Mais il est fort possible aussi que le recouvrement des formations plus récentes l'ait fait échapper ailleurs aux investigations des géologues.

3° Nappe de cailloux roulés.

La nappe de cailloux roulés directement superposée est, de toutes ces formations, la plus intéressante, car elle a fourni à M. Boule un fossile qui est venu corroborer ses observations stratigraphiques, et lui a permis de la dater nettement.

Topographie. — Cette nappe recouvre toute la plaine d'Arpajon, sauf les terrasses du lit majeur post-glaciaire de la Cère et de la Jordane, que nous étudierons plus tard, et où ses matériaux ont subi une ablation suivie de remblayage.

La nappe de cailloux roulés remonte même les vallées des deux cours d'eau qui viennent d'être cités sur un certain parcours.

Il est aisé de la reconnaître, dans celle de la Cère, jusqu'au domaine de la Rive-Longue, entre la fabrique des Places et le moulin de Roquette.

Puissance. — La puissance de cette nappe de cailloux est d'une remarquable régularité. Elle oscille partout entre 7 et 8 mètres, rarement en atteint-elle 10.

Lieux d'observation. — Les points sur lesquels la nappe de cailloux roulés est le mieux observable en coupe sont : les champs-Migières, près de l'Hippodrome d'Aurillac, où des pointements d'arkose et d'argile rouge la percent de part en part; la grande sablière d'Arpajon, où leur exploitation méthodique, qui rappelle celle de Chelles, l'a dénudée jusqu'à la base sur un carré de plus de 200 mètres de côté; la sablière de Carbonnat-Maussac, à l'est d'Arpajon, où l'exploitation n'a pas pénétré à plus de 3 mètres de profondeur; la petite sablière de M. Bouyssou, à Carbonnat, qui n'est qu'une excavation sans profondeur, et la falaise de la fabrique Djeou, aux Places, entre Carbonnat et les Pendants.

On peut encore citer la carrière de la Vidalie, aujourd'hui presque comblée, qui se trouve à gauche de la route d'Aurillac à Montsalvy, et la carrière, également abandonnée, qui se trouve à gauche de la route d'Aurillac à Raulhac, au hameau du Couderc-l'Embranchement.

Disposition des matériaux. — Lorsqu'on aborde un des affleurements précités, surtout la grande sablière d'Arpajon, la première impression qui se dégage est que la nappe de cailloux roulés présente un remarquable caractère de stratification.

Cette nappe est composée — et ce faciès se maintient uniformément, mais plus ou moins complet, selon la profondeur de la carrière qu'on visite — de trois lits de cailloux roulés et de deux lits de sable fin, alternant régulièrement entre eux, en stratification absolument horizontale. Et cette horizontalité démontre, soit dit incidemment, que depuis le dépôt de la nappe en question, aucune dénivellation de quelque importance n'a fait basculer les strates de la vallée de la Cère. J'avais publié ailleurs (1) le contraire, et suis heureux de rectifier ici mon erreur.

Les couches de sable sont, de beaucoup, les moins importantes. Leur puissance moyenne est de 30 à 40 centimètres. La première est à environ 3 mètres de profondeur, la seconde à environ 6 mètres.

Caractères des matériaux. — Ce sable est à grains fins, arrondis, et présente absolument l'aspect de tous les sables de rivière. Ses plus gros éléments dépassent rarement la grosseur d'une noix. Parfois, comme à Carbonnat, le banc continu est remplacé par un cordon d'amas lenticulaires, qui indiquent le comblement de dépressions dans la masse des cailloux roulés.

(1) Revue d'Astronomie, juillet 1893.

Ces derniers, qui occupent le reste de la formation, vont en augmentant de volume d'aval en amont. Aux Champs-Migières, ils ont à peu près la grosseur du poing. A Carbonnat, dans l'enclos de M. Bouyssou, ceux de 0^m40 de diamètre ne sont pas rares.

Ces cailloux présentent, à la vérité, des surfaces de troncature, des méplats et des cupules indiscutables, qui sont le propre des cailloux glaciaires. Mais les stries y font complètement défaut, ainsi que les surfaces rugueuses. Nulle boue ne les unit — et c'est un point sur lequel j'insiste, — aucun enduit ne les recouvre. On y chercherait en vain le moindre bloc erratique et, caractère essentiel, ils reposent 90 fois pour 100 sur leur base d'équilibre stable.

Nature des matériaux. — Lithologiquement, ces cailloux sont formés de toutes les roches, sans exception, des vallées qui viennent déboucher dans la plaine d'Arpajon. Mais, comme de raison, ce sont les roches les plus dures qui, par la grande résistance qu'elles ont opposée au broyage, y figurent en plus grand nombre.

On peut placer au premier rang les andésites ainsi que les labradorites, qui peuvent être reconnues du premier coup-d'œil à leur teinte grise et au polissage brillant de leurs surfaces. Ensuite viennent les phonolites, très nombreuses ; le basalte porphyroïde, presque aussi abondant ; le basalte des plateaux et le basalte miocène, moins nombreux ; le calcaire aquitainien souvent décomposé, et présentant, aux endroits où gisaient ses blocs, des cavités tapissées d'un enduit noir ; les silex du même étage, parfois roulés, parfois brisés ; l'argile tongrienne, en masses fortement comprimées ; le micaschiste, le gneiss et le quartz en galets ; et enfin la domite, de beaucoup la plus rare.

Distribution des matériaux. — Bien que le fait ne soit pas nettement dessiné, plusieurs de ces roches semblent offrir, dans la nappe des cailloux roulés, un certain caractère de localisation.

Ainsi, les galets de micaschiste et de quartz sont très nombreux dans la carrière du Couderc-l'Embranchement qui se trouve au pied de la falaise de terrain primitif de la rive gauche de la Cère. La carrière de la Vidalie, qui est située à l'extrémité occidentale de cette falaise, a longtemps fourni comme unique ballast, des cailloux de micaschiste et de quartz. Au contraire, dans la carrière de Carbonnat-Maussac, qui se trouve au pied des escarpements aquitaniens, le calcaire est, après les roches volcaniques, celle que l'on rencontre le plus fréquemment. Enfin, au milieu de la nappe de cailloux roulés, c'est-à-dire dans la grande sablière de l'Arpajon et

aux Champs-Migières, ce sont les roches purement volcaniques qui dominent.

A côté de ces faits logiques, on constate des anomalies.

Ainsi, au débouché de la vallée de la Condamine, les travaux pour l'établissement de la voie ferrée ont, paraît-il, mis à jour, dans la nappe de cailloux volcaniques, un banc de galets de quartz dont l'origine est inexplicable ; la vallée de la Condamine n'en-taille, en effet, nulle part, le terrain primitif.

Fossiles de la nappe de cailloux roulés. — La nappe de cailloux roulés de la plaine d'Arpajon a fourni quelques fossiles, dont certains, nous le verrons sous peu, sont des plus précieux.

Au point de vue paléophytique, les documents sont presque nuls. Le seul vestige jusqu'ici découvert est une souche d'arbre, malheureusement perdue, que M. Dejou, sculpteur sur bois, a exhumée aux Places, à 2 mètres de profondeur, dans la nappe de cailloux roulés. M. Dejou tient ce fragment végétal pour un tronc de buis.

Au point de vue paléontologique, les vestiges sont également vagues. Ils se bornent à quelques gros ossements que M. Rames (1) rapporte à des débris d'éléphant.

Enfin, au point de vue paléoethnologique — et nous arrivons ici à une découverte d'un intérêt capital — la nappe de cailloux roulés a fourni un certain nombre d'instruments en silex.

« M. Rames a recueilli, il y a une vingtaine d'années, dit M. Boule (2), quelques silex taillés dans les sablières des environs d'Arpajon. Ces instruments offerts à Edouard Lartet, n'ont pu être retrouvés, et n'ont jamais été décrits ni figurés. Leur découverte est, par suite, passée un peu inaperçue. »

M. Boule a été plus heureux. Voici la façon (3) dont il relate la découverte qui a jeté une si vive lumière sur le Quaternaire du Cantal :

« J'ai eu le plaisir de trouver moi-même un instrument de la forme de S^t-Acheul, dans les alluvions quaternaires des environs d'Aurillac. C'est un des premiers objets de ce genre qui aient été trouvés en place, en Auvergne. Même les rares spécimens pouvant se rapporter à la même époque, et rencontrés à la surface du sol, proviennent tous des environs d'Aurillac. Le reste du département

(1) Géogénie du Cantal, p. 53.

(2) *Bulletin de la Société philomathique de Paris*, 1889.

(3) *Ibid.*

du Cantal, le Puy-de-Dôme et la Haute-Loire n'ont, jusqu'à ce jour, rien fourni d'analogue.

« Le silex que j'ai retiré de la carrière de Champs-Migières, près d'Aurillac, se rattache aux types classiques de Saint-Acheul ou de Chelles, tout en s'éloignant un peu des formes les plus répandues dans le Nord de la France. On remarquera sa forme sub-triangulaire élargie, et sa faible épaisseur. Il est taillé avec soin. On ne saurait voir une pièce plus élégante, d'un travail plus fini. La matière est un silex blond, moucheté, d'origine locale. Il est emprunté à une variété assez répandue dans l'Aquitainien du bassin d'Aurillac. Je ne crois pas que, malgré la perfection de cet instrument, on puisse le regarder comme datant d'une époque autre que l'époque de St-Acheul. »

Il est bon d'ajouter que depuis la précieuse découverte de M. Boule on n'en a pas fait d'analogue dans la nappe de cailloux roulés de la plaine d'Arpajon dont se termine ici la description physique.

Âge de la nappe de cailloux roulés de la plaine d'Arpajon. — La note de M. Boule établit indiscutablement l'âge de la nappe de cailloux roulés de la plaine d'Arpajon. Elle est interglaciaire. M. Boule, à qui revient tout l'honneur de cette découverte, indique de la façon la plus nette les relations stratigraphiques de la nappe en question avec les deux derniers niveaux glaciaires, dans une coupe qui accompagne la publication précitée et figure dans la 3^{me} édition du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent.

Origine de la nappe de cailloux roulés. — Le volcan du Cantal est un cône de conglomérat andésitique, éjecté presque incessamment, et flot par flot, depuis le Tortonien jusqu'à la fin du Pliocène. Les coulées de labradorite, de domite, d'andésite, de basalte, de phonolite, les nappes de cinérites, fossilifères ou non, qu'on y trouve à une foule d'étages, avec un synchronisme parfois hypothétique, peuvent être considérées, le dernier basalte mis à part, comme des accidents plus ou moins locaux, et, relativement, de médiocre importance.

Vers la fin du Pliocène, le volcan avait perdu presque toute son activité. Sa hauteur, sans doute bien supérieure à ce qu'elle est aujourd'hui, son isolement, le magnétisme de certaines roches composantes, son voisinage avec la mer de la vallée du Rhône, devaient en faire un puissant condensateur de vapeur d'eau. Peut-être même quelques glaciers s'étaient-ils déjà formés sur ses hautes cimes. C'est du moins ce que semble indiquer le faciès morpholo-

gique des alluvions subordonnées au basalte des plateaux. Les torrents qui rayonnaient alors autour du cône ne tardèrent pas à ébaucher les vingt-quatre grandes vallées du volcan cantalien. Elles étaient d'ailleurs peu profondes. Celle de la Cère ne paraît pas s'être abaissée à plus de 50 mètres au-dessous des lignes de faite, tandis que le thalweg actuel se trouve, en moyenne, à 150 mètres en contre-bas.

Tel était, dans ses grands traits, l'aspect du volcan, lorsque survint sa dernière éruption, celle de la roche que M. Rames a nommée « basalte des plateaux. »

Ce basalte, très fluide, chemina fort loin, se déversa dans certaines vallées qu'il combla, et déborda même pour se souder, sur les crêtes, avec les coulées de débordement voisines. Mais il en épargna d'autres, partiellement du moins. Celle de la Cère, par exemple, ne paraît avoir été envahie par la lave que dans sa partie supérieure, la vallée latérale de St-Clément ayant drainé l'excédent du basalte.

De nouveaux glaciers se formèrent, plus considérables que ceux qui ont pu exister précédemment, ce qu'explique la majoration des cônes par l'éruption basaltique.

Ces glaciers suivirent les vallées non comblées par le basalte, et — comme elles étaient peu profondes —, se répandirent même, par débordement, sur les plateaux encaissants. Ils paraissent avoir cheminé fort avant, peut-être jusque sur la périphérie micaschisteuse du cône volcanique. En tout cas, leur développement fut beaucoup plus considérable que celui des glaciers des vallées actuelles. Leurs moraines sont visibles, dans le bassin de la Cère, sur la crête entre Roquecilier et Polminhac, où la boue glaciaire atteint 3 mètres de puissance, au Pas-du-Luc, à Trin, où la moraine présente un renflement de 25 mètres de haut, au Puy de Cabannes, riche en blocs striés (voy. pl. III), au-dessus d'Yolet, où la boue glaciaire relie, *en manteau ininterrompu*, le terrain erratique de la terrasse indiquant le thalweg de l'ancienne vallée, aux blocs du sommet — ce qui démontre l'identité du glaciaire des pentes et de celui des hauteurs, — enfin, au Puy de Vaur, où le glacier a en quelque sorte écrasé et comprimé les strates de calcaire aquitanien sur lesquelles il reposait.

Mais, si le volcan du Cantal s'était définitivement éteint après l'éruption du basalte des plateaux, il ne s'ensuit pas que l'activité volcanique de tout le Massif Central ait cessé en même temps. L'éruption de la multitude de petits volcans sporadiques du voisi-

nage de St-Flour, du Puy-de-Dôme et de ceux de la Haute-Loire, si remarquablement étudiés par M. Boule dans sa « *Description géologique du Velay* », coïncida peut-être avec la plus grande extension des glaciers cantaliens que je viens de signaler.

Or, si l'on peut logiquement rattacher la fusion de ces glaciers au grand phénomène qui causa le recul de presque tous les glaciers de l'hémisphère nord de l'Ancien et du Nouveau-Monde, il est fort possible aussi que cette période de vulcanité du Massif Central ait eu son contre-coup dans le cône du Cantal.

Peut-être, — ce n'est là qu'une hypothèse — celui-ci fut-il surchauffé, sans éruption, *par sympathie*; phénomène dont on trouve l'exemple dans les volcans des Andes. Peut-être fut-il simplement ébranlé par la répercussion de violents tremblements de terre.

Quoi qu'il en soit, il dut se produire, à l'aube du Quaternaire, une dislocation et une fusion rapide des glaciers dont se drapaient les flancs du cône volcanique.

Les eaux puissantes et torrentueuses qui en furent le résultat, lavèrent d'abord la surface de ces glaciers, d'où furent arrachés les immenses blocs roulés que nous voyons joncher, jusqu'à de grandes distances, sur le terrain primitif, la périphérie du volcan, constituant ainsi, à mes yeux, le vieux diluvium des plateaux.

Mais ces eaux ne tardèrent pas à localiser leur effort dans les vallées, déjà ébauchées, qu'elles creusèrent à leur niveau actuel, et dont elles tapissèrent la partie inférieure, à l'intersection de la pente volcanique et de la contrepente micaschisteuse, de nappes de cailloux roulés, dont celle de la plaine d'Arpajon est un merveilleux spécimen.

Ces nappes sont, d'ailleurs, nombreuses dans le Cantal. L'une d'elles, d'une grande puissance, s'étend aux environs de Naucelle, près d'Aurillac, dans la vallée de l'Authre, où j'ai en vain cherché la trace du glaciaire de nos vallées actuelles.

Toutefois, il est bon, avant de passer outre, d'observer que le phénomène de fusion des glaciers, des pentes et des plateaux de la Cère, dut subir plusieurs phases d'activité et de repos. Des périodes les plus actives, résultent les strates de cailloux roulés proprement dits; des périodes de calme relatif, les bancs de sable. Il s'est même, sans doute, produit un stade d'arrêt absolu dans la fusion, stade marqué, dans la plaine d'Arpajon, par la formation du grès psammite et argileux, à la genèse duquel concoururent les seuls ruisseaux descendus des côteaux voisins d'argile et de mica-schiste. C'est probablement pendant cette phase d'arrêt que furent

édifiées les moraines frontales de retrait des glaciers des pentes et des plateaux du bassin de la Cère. Ces moraines sont nettement observables à mi-chemin entre le point d'origine et celui de plus grande extension des glaciers dont il s'agit. Elles forment sur les plateaux un bourrelet en arc de cercle de plus de 10 kilomètres de développement, passant par Roquecillier, Trin, Almayrac, Albepeyre, etc., à l'altitude moyenne de 900 mètres.

Ainsi s'explique l'origine de la nappe de cailloux roulés interglaciaires de la plaine d'Arpajon. On me reprochera peut-être d'être remonté au déluge. Mais, n'est-ce pas au déluge qu'il fallait remonter? Et, tout résultat n'est-il pas d'autant plus clair qu'on en a plus nettement exposé les causes?

GLACIAIRE DU FOND DES VALLÉES ACTUELLES

1^o *Moraines des vallées actuelles.*

A la nappe de cailloux roulés interglaciaires de la plaine d'Arpajon se superpose, nous l'avons vu, la formation morainique du thalweg de la vallée de la Cère actuelle. Cette formation commence à se montrer entre le Pas-de-la-Cère et Vic pour se terminer à la moraine frontale de Carnéjac-Louradou. Sa longueur est donc de 15 kilomètres.

Ce système glaciaire comprend deux moraines latérales, d'une évidence qu'on pourrait souhaiter meilleure, et quatre moraines frontales plus ou moins intactes. Nulle part la moraine profonde ne peut être constatée d'une façon indiscutable; et, pour être moins ruiné que celui des plateaux et des pentes, cet erratique n'en a pas moins un air de vétusté qui rend fort délicates les observations et fort hypothétiques les résultats formulés.

Moraine latérale droite. — La moraine latérale droite semble commencer un peu en amont de Vic. Dans la petite ville d'eau, elle s'élève déjà à 2 ou 3 mètres au-dessus du thalweg de la vallée. Elle continue d'un seul jet jusqu'à Polminhac, longée en son milieu par la route d'Aurillac à Murat. Mais, comme aucune coupe, — et je tiens à faire cette réserve, — ne m'en a décelé la présence réelle, je conclus à son existence dans cette région, d'après l'indication, sujette à controverse, que peut fournir le bourrelet qu'on voit suivre, de Vic à Polminhac, la partie inférieure du flanc de la vallée.

A Polminhac, la moraine latérale droite domine déjà la Cère d'une vingtaine de mètres. Mais, en aval du château de Pestels, elle semble réduite de moitié.

Elle reprend à Toursac, non loin duquel un affleurement de boue glaciaire la rend manifeste, pour se prolonger d'un coup, admirablement nette, jusqu'au village de Bordieu, sur un parcours de 7 kilomètres. Dans ce trajet, sa puissance est très variable. D'une vingtaine de mètres de haut au-dessus de Maymac, elle domine la Cère de plus de quarante mètres au village d'Yolet, que sa ligne de faite traverse. A partir de ce point, elle s'abaisse de nouveau graduellement jusqu'en amont de Carnéjac, où elle est réduite à 15 mètres et se confond avec l'extrémité de la moraine terminale.

Moraine latérale gauche. — La moraine latérale gauche est, à son début, encore plus hypothétique que la droite. Elle commence, à s'en tenir aux apparences topographiques, comme celle qui vient d'être décrite, un peu au-dessus de Vic. Jusqu'au château de Clavière, en face de Polminhac, elle garde sensiblement la même allure que la précédente, quoiqu'avec moins de largeur.

Mais, de ce point au village du Rieu, elle ne se présente plus qu'à l'état de lambeaux dont les raccordements sont masqués par les éboulis des pentes de cette merveille inexplorée du Cantal : le Pas-du-Luc.

A partir du Rieu, la moraine latérale gauche se perd dans la moraine fronto-terminale de Carnéjac-Louradou.

Moraine fronto-terminale de Carnéjac-Louradou. — Le glacier de la Cère a pu s'étendre plus loin que cette moraine. Peut-être même s'est-il soudé, dans la plaine d'Arpajon, avec celui de la Jordane. Mais je n'ai, pour ma part, trouvé aucun indice, ni trace de moraine ni boue glaciaire, qui me permette d'accepter cette hypothèse. Aussi la considérerai-je, jusqu'à nouvel ordre, comme purement gratuite.

La moraine de Carnéjac-Louradou est donc, actuellement, à mes yeux, la plus ancienne de celles qu'édifia le glacier de la vallée actuelle de la Cère. Il est logique que ce soit la première décrite. Elle s'étend en éventail, du village de Carnéjac à celui de Runhac. Elle supporte celui de Louradou, de sorte que son nom composé, qui devrait désigner ses deux extrémités, est impropre.

Pourtant, comme il est consacré par l'usage, je crois plus simple de l'adopter ici. Cette moraine mesure trois kilomètres de développement frontal. Elle est naturellement scindée en deux par un

promontoire de micaschiste, le Puy de Caillac, qui forme vers le milieu de sa ligne d'épanouissement un cap de plus d'un kilomètre de proéminence horizontale.

La moraine le remonte à 80 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la Cère, sans pourtant en atteindre le sommet que couronne le vieux diluvium des plateaux. La section droite de la moraine ainsi divisée porte le nom de moraine de Carnéjac-les-Pendants. La section gauche est la moraine de Louradou. Le développement de la première est de 2 kilomètres; celui de la seconde, d'un kilomètre seulement.

Moraine de Carnéjac-les-Pendants. — Cette moraine est devenue classique depuis qu'elle a été visitée, en 1884, par la Société Géologique de France, sous la savante direction de M. Rames. Je ne m'attarderai donc pas à la décrire en détail. Sa hauteur, mesurée au Puy de Bec, point culminant, est de 15 mètres au-dessus de la nappe de cailloux roulés sur laquelle elle repose. Sa largeur, mesurée selon l'axe de la vallée, est, d'un côté comme de l'autre, de 2 kilomètres. Sa forme est très classique : en amont, cirque-morainique que l'on dirait tracé au compas; en aval, double décurrence des plus régulières.

Moraine de Louradou. — L'altitude moyenne de la moraine de Louradou est d'environ 20 mètres supérieure à celle du Puy de Bec. Sa puissance est égale à celle de la précédente, sa largeur de 1.500 mètres. La partie du glacier qui l'édifia déversait latéralement ses eaux par deux cols — que sépare le Puy de Monteidou — dans une petite vallée parallèle à celle de la Cère, le ruisseau des Granges, dont la source est beaucoup plus haut, vers le Puy-de-Cabannes, et qui tombe, on l'a vu, dans la plaine d'Arpajon.

La moraine de Louradou présente la même perfection de forme que celle de Carnéjac-les-Pendants. Mais elle n'est pas entaillée, comme la précédente, par un cours d'eau actuel. A peine une légère dépression marque-t-elle, à sa surface, le lit de l'ancien torrent de fusion glaciaire normale.

Toutes les eaux de fusion du glacier, lorsqu'il recula, durent s'écouler par la brèche de la moraine de Carnéjac-les-Pendants : ce qui explique le fait que je viens de signaler.

Enfin, un petit col, celui de Garrouste-les-Pendants, suivi actuellement par la route d'Aurillac à Vézac, met en communication la vallée de la Cère et celle des Granges à l'autre extrémité du Puy de Caillac. Peut-être un bras du glacier suivit-il ce col, de sorte que le Puy de Caillac fut une île émergée dans l'épanouissement frontal

du glacier, entouré de glace, qu'il se trouvait au nord, au sud, à l'est et à l'ouest.

Peut-être aussi le glacier envahit-il, par le col entre Rouziers et le bois de Monteidou, l'enchevêtrement de petits vallons au milieu duquel se trouve Vézac : mais il me reste, à cet égard, de nombreux doutes. Au demeurant, le tracé des contours du glacier, dans la région ici décrite, est des plus malaisés et des plus obscurs.

Moraine du Couderc-Lalo. — Il faut remonter à environ trois kilomètres plus en amont pour trouver la seconde moraine frontale, qu'on pourrait aussi nommer la première moraine frontale de retrait, celle du Couderc-Lalo.

Cette moraine mesure une douzaine de mètres d'altitude moyenne au-dessus de la Cère. Il est bon d'ajouter, toutefois, que la fraction du Couderc, située sur la rive droite, n'a que huit mètres de haut, tandis que celle de Lalo, sur la rive gauche, mesurée un peu en aval du village susnommé, au domaine de Cantelou, en atteint quinze. La largeur de cette moraine, évaluée, bien entendu, dans l'axe de la vallée, est assez difficile à préciser, car rien ne la distingue nettement des moraines latérales dont elle ne paraît, à première vue, qu'un renflement. Toutefois, l'on peut considérer que la moraine du Couderc s'individualise de Maymac à Yolet, et que celle de Lalo s'étend de ce village à Runhac, sur environ 1500 mètres de large.

Elle est d'un aspect beaucoup moins classique que la précédente.

La partie du Couderc n'est guère, nous l'avons vu, qu'un arc de cercle très surbaissé, adossé contre la moraine latérale. La partie de Lalo est une sorte de section d'ellipse prolongée en un éperon étroit et rectiligne qui se darde à travers la vallée jusqu'au bord de la Cère.

Le développement frontal de cette moraine est de 1800 mètres.

Moraine de Polminhac-Clavière. — A 3500 mètres en amont de la moraine de Couderc-Lalo s'étend celle de Polminhac-Clavière, admirablement nette. Son altitude moyenne au-dessus de la Cère est d'environ quinze mètres. Sa largeur est de 1500 mètres du côté de Polminhac, sur la rive droite, et de 800 mètres seulement, sur la rive gauche, du côté de Clavière. Son développement frontal est de 1000 mètres. Cette moraine, régulièrement décurrente en aval, présente en amont un cirque d'une rare perfection de courbure. On y remarque en outre un ancien lit de la Cère postglaciaire, cherchant sa voie. Ce lit, profond de quatre mètres environ, la coupe du N.-E. au S.-O.

Moraine de Comblat-Rodier.—C'est ici la dernière moraine frontale de retrait du glacier de la Cère. Elle est à trois kilomètres en amont de celle de Polminhac-Clavière et à la même distance en aval du Pas-de-la-Cère, où le glacier prenait sa source. Elle s'étend du Château de Comblat au moulin de Rodier, le premier sur la rive droite, le second sur la rive gauche, et présente, avec la précédente, une remarquable analogie de forme. La rivière s'y est creusée, tout contre le flanc méridional de la vallée, un tortueux couloir. Sa hauteur est de 20 mètres, son développement frontal de 900 mètres, et sa largeur, sur la rive droite — elle ne peut être évaluée sur la gauche — de 1000 mètres.

Hauteur des moraines. — Nous l'avons vu, la hauteur des moraines, tant latérales que frontales qui viennent d'être décrites, est des plus variables.

Les moraines frontales dominant d'une quinzaine de mètres le lit de la Cère. La hauteur moyenne des moraines latérales oscille entre 20 et 40 mètres. Mais elles peuvent s'élever beaucoup plus haut. Ainsi, la Cère étant en ce point à l'altitude de 615 mètres au-dessus du niveau de la mer, la moraine terminale de Carnéjac-Louradou s'élève, sur le Puy de Caillac, à l'altitude de 695 mètres, c'est-à-dire à 80 mètres au-dessus du thalweg. Mais c'est là un fait exceptionnel qui résulte de ce que, le Puy de Caillac s'avancant comme un cap dans l'axe de la vallée, le glacier l'a sans doute remonté par buttement, au point d'aller se fusionner près du sommet avec le vieux diluvium des plateaux.

Il n'en reste pas moins vrai de dire, avec M. Rames, qu'en admettant pour les lignes de faite une altitude moyenne de 150 mètres au-dessus du thalweg, le glacier de la vallée actuelle de la Cère ne s'est jamais élevé à plus du tiers inférieur de cette vallée, de telle sorte qu'il reste toujours à environ 50 mètres en contre-bas du lit de l'avant-dernier glaciaire, celui des plateaux et des pentes.

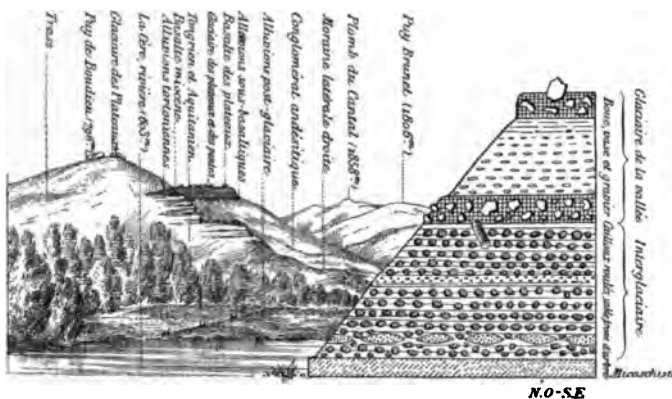
Lieux d'observation du terrain glaciaire de la vallée actuelle. — Cette rapide esquisse topographique du terrain glaciaire de la vallée de la Cère nous conduit naturellement à sa description physique. Il est bon de signaler, cependant, avant de passer outre, les points où ce terrain peut être observé en coupe. Les affleurements sont très rares dans le haut de notre région d'étude, qui est presque entièrement couverte de prairies et dont les talus de routes, déjà anciennes, sont tous gazonnés. Les éboulis des pentes, très rapides dans cette même région, recouvrent, en outre, presque toutes les formations des flancs de la vallée.

Des travaux de terrassement m'ont cependant permis d'étudier, à Caillac même, la moraine terminale, jusqu'à la profondeur de quatre mètres. Ces tranchées sont aujourd'hui comblées. Pourtant, une section de la moraine précitée, est encore actuellement bien visible sous le domaine d'Escorailles, le long de la route de Vézac à Caillac. Elle offre une couche de 1^m50 de boue glaciaire intercalée entre le terrain primitif et la terre végétale.

De là, pour trouver une autre coupe, il faut aller jusqu'à la moraine de Carnéjac-les-Pendants, que la Cère traverse entre deux falaises très rapides.

Le meilleur point d'observation est à la fabrique Dejou, aux Places. La coupe y est du plus grand intérêt et mérite d'être visitée par tous les géologues qui parcourent la vallée de la Cère. J'ai pu d'autant mieux l'étudier que M. Dejou, à qui je suis redevable d'une foule de documents, a bien voulu la faire raviver sous mes yeux. Je le prie de recevoir ici mes meilleurs remerciements.

Figure 2. — Coupe de la falaise des Places et croquis géologique de la vallée de la Cère.



Le thalweg est sur ce point à l'altitude de 603 mètres. De 603^m à 606^m, nappe de cailloux roulés interglaciaires précédemment décrite. De 606^m à 608^m, boue glaciaire compacte. De 608^m à 611^m, sable fluviatile et vase indiquant le lit d'un torrent du glacier ou une petite phase de recul. De 611^m, enfin, à 613^m, nouvelle couche de boue glaciaire compacte, semblable à la précédente.

Quelques coupes peuvent aussi être observées aux environs de Maymac, mais leur épaisseur est très faible.

On le voit, les documents sur la nature intime de nos moraines de la vallée ne sont guère nombreux. Si minimes soient-ils, tâchons pourtant de les synthétiser et d'en tirer une description aussi parfaite que possible de la disposition et de la nature des matériaux de ces moraines.

Disposition et nature des matériaux. — La masse des moraines de la vallée actuelle de la Cère est constituée par une boue glaciaire des plus classiques.

Cette boue est absolument compacte ; elle ne présente jamais aucune trace de stratification.

Elle est si dure qu'on ne peut la détacher qu'avec le pic, et qu'elle sert de fondation directe aux bâtiments les plus lourds.

Sa coloration est d'un beau gris, aux Places, tirant sur le roux à Caillac. Son imperméabilité est absolue. Elle est argileuse et calcaire. Son effervescence aux acides est des plus vives. Peut-être aussi le trass entre-t-il pour une large part dans sa composition. Elle englobe une infinité de cailloux, allant du grain de sable au bloc erratique, mais leur variété lithologique semble plus restreinte que dans la nappe des cailloux roulés.

La note y est donnée par les roches tongriennes et aquitaines, argile, calcaire et silex. Le quartz et le micaschiste y sont aussi fort abondants.

La roche volcanique qui s'y rencontre avec le plus de fréquence est l'andésite provenant de la désagrégation de la brèche des pentes dont nous avons vu le ciment jouer un rôle dans la formation de la boue glaciaire. Les basaltes des hauteurs y sont de beaucoup les plus rares.

La plupart de ces matériaux présentent des formes anguleuses et parfois des arêtes si vives qu'ils semblent arrachés d'hier à la roche en place. Il est bon d'ajouter, toutefois, que les cailloux franchement roulés sont loin d'y faire défaut. Ils sont même très nombreux dans la moraine de Louradou et au sommet de celle de Carnéjac-les-Pendants.

Les cailloux striés sont, par contre, assez rares dans nos moraines de la vallée de la Cère. J'ai pourtant fait extraire de la moraine de Louradou un bloc d'andésite à pyroxène, d'un mètre cube, admirablement strié et cannelé. Aucun ordre ne préside à la répartition des blocs. On en trouve de tout volume à toute hauteur. Ils gisent dans toutes les positions, et aussi souvent sur leur pointe ou leur tranchant que sur leur face d'équilibre stable.

Leurs surfaces sont mamelonnées et rugueuses, presque toujours sans la moindre trace de polissage. Mais elles sont, la plupart du temps, recouvertes d'un enduit ferrugineux ou calcaire, dont la coloration est d'un rouge sombre ou d'un bleu laiteux rappelant celui de l'opale. Cela, bien entendu, s'appliquant aux matériaux des couches profondes, car ceux de la surface sont atmosphériquement remaniés.

Blocs erratiques. — Les blocs erratiques dépassant un mètre cube sont relativement peu nombreux. Cela tient à l'exploitation active et sacrilège dont ils sont l'objet.

Quelques-uns méritent pourtant d'être signalés.

Ce sont d'abord, dans la moraine de Carnéjac, ceux de la tranchée du chemin de fer de Figeac à Arvant. Ils sont au nombre de cinq ou six, d'un faible volume, et tous de brèche andésitique, sauf un, de labradorite. Ce sont ensuite les trois qu'on observe dans le village de Carnéjac. Ils sont de brèche et cubent environ 20 mètres. Un autre groupe d'une quinzaine de blocs se rencontre tout près, et à l'ouest, du village de Carbonnat. Ils sont petits et tous de brèche andésitique, excepté l'un d'eux qui est de basalte porphyroïde.

Sur la rive gauche de la Cère, dominée en cet endroit par des falaises de micaschiste, les blocs sont plus rares mais plus volumineux. Trois d'entre eux pointent près du hameau du Couderc-l'Embranchement. Leur volume est d'une dizaine de mètres cubes. Mais les plus considérables sont les trois qui se trouvent entre la fabrique des Places et le moulin de Roquette. Le principal cube 60 mètres. Les autres sont presque aussi importants. Tous sont de brèche inférieure. De même aussi celui qu'on observe sur la moraine de Louradou, au pied du bois de Monteidou.

De la moraine frontale de Carnéjac-Louradou, il faut remonter à celle du Couderc-Lalo pour rencontrer de nouveaux blocs erratiques dont l'attribution au glacier de la vallée actuelle soit indiscutable, car les gros blocs roulés qui jonchent çà et là les moraines latérales peuvent fort bien provenir, soit par glissement, du vieux diluvium des plateaux, que ce glacier a d'ailleurs remanié dans sa partie inférieure, soit par désagrégation, du conglomérat andésitique des pentes.

Le bloc le plus volumineux de la moraine du Couderc-Lalo se trouve sur la rive gauche de la Cère, près du domaine de Cantelou, et presque au milieu de la vallée. Il cube 72 mètres. Un autre, d'une dizaine de mètres cubes, se dresse près de la ligne du

chemin de fer, à un demi-kilomètre en amont du village du Couderc.

J'ai constaté, enfin, la présence de trois gros blocs de brèche au sommet de la moraine de Polminhac-Clavière. Plus haut un grand nombre de blocs jonchent les moraines latérales et celle de Comblat-Rodier. Mais il est presque impossible de dire s'ils ont été déposés là par le glacier ou s'ils se sont détachés des falaises de conglomérat qui domine le thalweg de la vallée d'une façon presque verticale; car — et c'est une remarque qui trouve ici sa place — la détermination des blocs erratiques, en tant que blocs erratiques, est fort délicate au voisinage de nos affleurements de brèche pliocène, dont les blocs se désagrègent continuellement et présentent alors une si frappante analogie avec les blocs franchement morainiques que je serais tenté presque de considérer la brèche en question comme une formation où les glaciers auraient eu autant de part que le volcan.

Le lecteur a dû remarquer que cette brèche compose tous les blocs qui ont été énumérés, à l'exception de deux. L'explication de ce fait paraît des plus simples.

Le glacier que nous étudions ne s'est jamais, on l'a vu, élevé au-dessus du tiers inférieur de la vallée. Il n'a donc coulé que dans l'argile tongrienne, le calcaire aquitanien et la brèche andésitique, le micaschiste pointant trop près de son extrémité inférieure pour entrer ici en ligne de compte. Il n'est donc pas surprenant que ces roches aient fourni le principal contingent de ses convois erratiques. Seulement, des blocs ainsi transportés, ceux de brèche ont seuls subsisté, l'argile ayant résisté, par sa plasticité, aux érosions, et les agents atmosphériques ayant peu à peu dissous les lambeaux de calcaire de transport, si volumineux qu'ils aient d'abord été.

Enfin, et pour terminer la description du glacier de la vallée actuelle de la Cère, les moraines latérales sont singulièrement jalonnées, comme l'observe fort bien M. Rames (1), par de longues files de grands cailloux roulés de la première période (glaciaire des plateaux et des pentes), enlevés, transportés et alignés régulièrement par le glacier qui nous occupe. Ce phénomène est surtout frappant près de Runhac, où plus de 400 blocs roulés de roches compactes s'entassent sur un espace de quelques hectares, à l'intersection de la moraine latérale gauche et de la moraine de Louradon.

Fossiles. — Le glaciaire de la vallée actuelle de la Cère, dont se termine ici la description, ne nous a malheureusement laissé

(1) Géogénie du Cantal, p. 44.

aucun vestige organisé suffisant pour en préciser l'âge avec exactitude. Il n'a été rencontré, à ma connaissance, que deux fragments de bois pétrifié, qui proviennent de Roquette et sont tout-à-fait indéterminables.

Age et origine du glacier de la vallée actuelle de la Cère. — Mais l'âge de ce glacier est nettement indiqué par la nappe de cailloux roulés chelléens de la plaine d'Arpajon, sur laquelle nous l'avons vu reposer aux Places. Il est quaternaire, et se synchronise avec le glaciaire récent dont on trouve les traces dans presque tous les massifs montagneux de l'Europe.

Les glaciers des plateaux et des pentes du Cantal, approfondirent par leurs eaux de fusion, on le sait, les vallées à leur niveau actuel, et abaissèrent sans doute aussi, par le même phénomène, les hautes cimes centrales. Ces eaux creusèrent dans la région de la Caldeira de vastes cirques; mais, comme les cimes restaient encore élevées, malgré leur dénudation, des condensations de névés s'y produisirent, et trouvèrent dans les cirques des réservoirs naturels.

Le réservoir névén de la vallée quaternaire de la Cère semble s'être étendu sur tout le premier parcours actuel de la rivière, c'est-à-dire de ses sources au Pas-de-la-Cère.

Du moins est-il logique de tirer une telle conclusion de l'absence de vestiges morainiques dans cette région. Mais, comme la pente des montagnes qui encaissent le haut trajet est des plus rapides, de vraies moraines existent peut-être, que l'épaisseur des éboulis masque au regard des explorateurs. Cette hypothèse a même quelque fondement. L'hôtel du Lioran (1152 m.), qui se trouve tout à fait à la source de la vallée de Murat et presque au centre de la Caldeira du vieux volcan, est bâti sur une moraine latérale de trois mètres de puissance, qui ne peut être attribuée qu'au glacier de la vallée actuelle de l'Allagnon. Si donc le glacier de l'Allagnon existait, en tant que glacier franc, dans cette région élevée, l'on ne voit pas pourquoi celui de la Cère, qui lui fait rigoureusement pendant, n'aurait pas existé comme glacier à la même altitude. Bref, la question reste ouverte.

En somme, le glacier de la Cère a pu s'étendre depuis le col de Saigdes jusqu'à Conros; mais, comme je n'ai trouvé de preuves indiscutables de son existence qu'entre le Pas-de-la-Cère et la moraine frontale de Carnéjac-les-Pendants, je crois prudent de lui donner ces deux points comme limites. Je suis d'ailleurs, pour la limite supérieure, d'accord avec la belle carte géologique détaillée

du Cantal, de M. Fouqué, dont M. Rames a pu dire avec raison que les terrains de notre région s'y reflètent ainsi que dans un miroir.

Donc, le glacier, s'individualisant au Pas-de-la-Cère, progressa jusqu'à Carnéjac d'une part, jusqu'à Runhac de l'autre. C'est entre ces deux points qu'il édifia sa moraine terminale, déversant ses eaux de fusion mi-partie dans la vallée de la Cère proprement dite mi-partie dans la vallée parallèle des Granges. Sans doute subit-il, dans cette phase de plus grande extension, un petit mouvement de recul suivi de nouvelle extension. C'est ce que semble indiquer la coupe des Places, où l'on voit un lit de sable fluviatile s'intercaler entre deux niveaux de boue glaciaire.

Puis, par des causes qui restent encore fort obscurés, le glacier se retira petit à petit vers sa source, édifiant dans sa retraite les trois moraines frontales du Couderc-Lalo, de Polminhac-Clavière et de Comblat-Rodier, que ses eaux de fusion entaillèrent après qu'il les eut abandonnées.

Il est certain que ce glacier avait complètement disparu au cours de la période que les préhistoriens nomment « néolithique », car M. Rames possède une hache polie en serpentine qui a été recueillie en place à Thiézac, c'est-à-dire au fond même de son réservoir de névés.

2^e TERRASSES INFÉRIEURES DE LA PLAINE D'ARPAJON

La nappe de cailloux roulés interglaciaires de la plaine d'Arpajon a été largement entaillée par la Cère et la Jordane, dont le volume, lors de la progression, de la plus grande extension et du recul définitif de leurs derniers glaciers, était bien supérieur à celui qu'elles ont aujourd'hui.

D'où une sorte de lit majeur qui forme une double terrasse entre la ligne de faite de cailloux roulés et le lit des rivières actuelles.

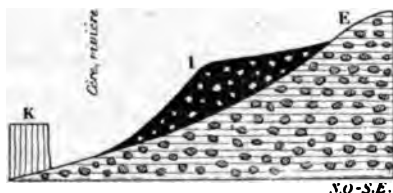
Chacune de ces terrasses domine la Cère de quatre à six mètres. Leur largeur est des plus variables, car si elles atteignent, réunies, jusqu'à près de 800 mètres sur certains points, comme entre le Cambon et le Bousquet — où la Jordane, il est vrai, concourait aussi à leur formation — elles n'en présentent, en d'autres, qu'une dizaine, et finissent même tout à fait en pointe ou en V en amont du pont de Carbonnat.

Elles sont recouvertes d'atterrissements de faible épaisseur, dont l'alluvion est empruntée aux moraines frontales, et n'est en quelque

sorte, qu'une boue glaciaire incohérente, faiblement remaniée et criblée de cailloux peu roulés.

C'est d'ailleurs uniquement sur ce faciès morphologique, observable au pont de Carbonnat, et sur une considération extrinsèque

Fig. 3. — Coupe relevée au pont de Carbonnat.



E. Nappe de cailloux roulés. I. Terrasse remblayée.
K. Limon moderne.

qui sera exposée sous peu, que je me base pour les séparer des alluvions post-glaciaires.

Celles-ci, que nous allons étudier, leur succèdent immédiatement et par transitions insensibles.

Pourtant, j'ai cru bon de faire deux niveaux distincts des terrasses inférieures de la plaine d'Arpajon et des alluvions entièrement post-glaciaires. Elles ne sont, en effet, pas tout à fait synchroniques. Tandis que les dernières n'ont commencé à se former qu'après le recul du glacier de la Cère, les premières se sont déposées durant la progression, la plus grande extension et le retrait du glacier; et ce n'est qu'au cours de cette dernière phase qu'elles s'identifient complètement avec les alluvions post-glaciaires.

Fossiles. — Les terrasses inférieures de la plaine d'Arpajon ont fourni quelques instruments en silex du type paléolithique récent.

Age et origine des terrasses inférieures de la plaine d'Arpajon. — L'âge de ces terrasses vient d'être indiqué. Il s'étend de l'interglaciaire de la plaine d'Arpajon aux alluvions post-glaciaires. Ces terrasses doivent leur formation aux eaux puissantes qui précéderent le glacier de la vallée de la Cère, et en découlèrent pendant sa plus grande extension et son recul. Telle est leur origine.

POST-GLACIAIRE

1° *Bancs de sable post-glaciaires de la vallée de Vic et de la plaine d'Arpajon.*

Les sables en question ne peuvent être observés, à moins de circonstances fortuites, que sur les bords mêmes de la rivière. Leurs principaux bancs sont ceux d'Arpajon, de Carbondat, de Boudieu, de la passerelle de Caillac, du pont du Doux, du pont de Lalo, du communal de Maymac, du communal de Marfons, de Toursac, de Polminhac, de Cabane et du moulin de Rodier, en aval de Vic.

Lithologiquement, ils sont formés de toutes les roches de la vallée. Leurs matériaux sont parfaitement polis et arrondis. Le volume de ces matériaux augmente en progression régulière d'aval en amont.

A Carbondat, à Boudieu, leurs éléments ne dépassent pas le volume d'une noix. A Toursac, ils sont gros comme le poing. Au moulin de Rodier, ils atteignent souvent 15 ou 20 centimètres de diamètre et présentent alors une ressemblance frappante avec les cailloux roulés interglaciaires de la plaine d'Arpajon.

Ils sont presque toujours incohérents, mais parfois, comme à Caillac, un oxyde de fer ou de manganèse, rouge ou noir, les agglutine. Ces bancs, qui tantôt servent de lit à la rivière et tantôt sont coupés par elle, apparaissent sous des dimensions très variables. Certains, comme celui du communal de Marfons, peuvent être observés sur 200 mètres de long et 20 mètres de large, ce qui, d'ailleurs, ne laisse rien présupposer sur leur développement réel, que nous masque un recouvrement de limon moderne.

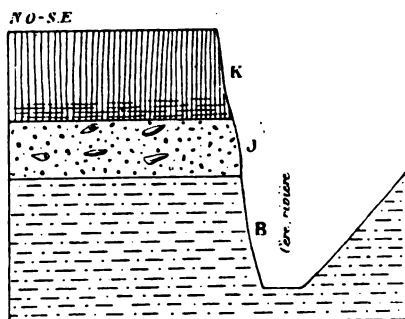
On serait d'abord tenté de voir dans ces sables une formation entièrement actuelle, augmentée peu à peu par l'apport de chaque crue de la rivière.

Mais ce serait là une grave erreur.

D'abord, de Vic à Conros, la rivière a trop peu de pente (5 millimètres par mètre) pour charrier le moindre gravier. Puis, si nous voyons presque uniquement ces sables au bord de la rivière, à qui son action érosive a permis de pénétrer jusqu'à eux et de les mettre à découvert, des sondages perçant le limon de recouvrement laissent constater leur présence jusqu'à une certaine distance

de la Cère. Je les ai retrouvés au fond d'un emprunt de terre fait dans la prairie du Doux et ils ont été exploités comme ballast dans le communal de Cabane. Du reste, si le moindre doute pouvait subsister au sujet de leur niveau stratigraphique, l'examen seul de la coupe du communal de Maymac suffirait à le dissiper.

Fig. 4. — Coupe du Communal de Maymac.



B. Argile tongrienne. J. Sables post-glaciaires.
K. Limon moderne.

La Cère longe, en ce point, une falaise à pic de sept mètres de haut. Le pied de la falaise est formé d'argile grise tongrienne, sur laquelle coule la rivière. A trois mètres plus haut, c'est-à-dire au-dessus de l'étiage normal, apparaît, en section d'un mètre et demi de puissance, le banc des sables en question, et le tout est recouvert par 2^m50 de limon moderne.

Cette coupe, où nous voyons les sables post-glaciaires intercalés nettement, et bien au-dessus du niveau normal de la Cère, entre l'argile tongrienne et l'alluvion moderne, est absolument concluante et ne laisse plus matière à discussion sur leur niveau stratigraphique.

Ces mêmes sables sont intercalés, au moulin de Caillac, entre

Fig. 5. — Coupe relevée au moulin de Caillac.



G. Boue glaciaire. J. Sables post-glaciaires.
K. Limon moderne.

la moraine du fond de la vallée, sur laquelle ils reposent, et le limon moderne qui les recouvre. Leur niveau supérieur et inférieur est donc aussi nettement établi que possible.

Fossiles. — Une observation d'ordre différent aurait d'ailleurs contribué à démontrer leur ancienneté et leur unité d'origine. Ils sont, en effet, criblés d'une infinité d'éclats de silex pour la plupart taillés. On les trouve surtout en grand nombre sur toutes les grèves de Boudieu à Toursac. Plus haut, les éléments des sables post-glaciaires sont si grossiers que les silex ont sans doute été broyés par leur roulis. Or, *tous* ces silex sont du type que les préhistoriens nomment paléolithique récent; c'est en vain qu'on y chercherait des outils chelléens, des haches polies, ou des objets d'une industrie plus récente. Ils ont de grandes analogies de forme avec ceux de l'âge du renne que l'on rencontre dans les grottes de la Vézère. Leur matière est le silex aquitain local. Ce silex devait être très recherché par l'homme préhistorique, car, lorsqu'il ne le trouvait pas à ciel ouvert, il creusait des puits pour son extraction, témoins ceux du Mur-de-Barrez, explorés par MM. Cartailhac et Boule et par M. Albert Chibret.

2^e Limon moderne de la même région.

Nous touchons ici à la dernière et plus récente formation du thalweg de la moyenne vallée de la Cère. Le limon fluviatile moderne par lequel sont recouverts les sables post-glaciaires, est la nappe qui s'étend dans l'intervalle de toutes les moraines de la dernière période et des terrasses inférieures de la plaine d'Arpajon. Il forme au fond de la vallée, du Pas-de-la-Cère à Conros, un *boden* merveilleusement uni et nivelé. Sa puissance moyenne varie entre deux et trois mètres.

Il est formé des poussières impalpables, des vases ténues, des molécules organiques et végétales qui glissent des pentes, que chasse le vent, que dépose chaque crue de la Cère. Et celle-ci déborde en moyenne une dizaine de fois par an. Dans sa partie inférieure, c'est-à-dire la plus ancienne, ce limon, qui se superpose, sans mélange de transition, aux sables post-glaciaires, dont il peut cependant représenter la continuation directe, est fissile, et offre l'aspect d'un grès psammite. Il contient alors de nombreux vestiges de plantes et de menues branchettes, presque toujours indéterminables. J'y ai pourtant rencontré des empreintes semblant se

rapporter au *Populus tremula* et à l'*Alnus glutinosa* dont les représentants ombragent le cours de la Cère actuelle.

Age et origine des sables post-glaciaires et du limon fluvial moderne de la moyenne vallée de la Cère.— Je réunis ici ces deux formations, car la première, je viens d'en exprimer l'opinion, n'est peut être que la base et le prodrome de la seconde.

Les sables de la vallée de Vic et de la plaine d'Arpajon sont post-glaciaires. La coupe du moulin de Caillac, où on les voit reposer sur la moraine de la vallée actuelle, en fait foi. Ils semblent même s'être formés uniquement à la fin des âges quaternaires, car on n'y trouve que des éclats de silex pareils à ceux de l'époque du renne, et cela à l'exclusion de tout objet d'une autre époque.

Quant au limon qui leur succède, il est encore en voie de formation. Chaque crue de la Cère en augmente le volume de quelques millimètres. Mais sa plus grande épaisseur paraît dater d'une époque plus humide que la nôtre. La Cère actuelle s'est, en effet, creusé au milieu de sa nappe un lit majeur de grande crue, d'un mètre en contre-bas, qui n'occupe pas la moitié de sa superficie, et qu'elle ne déborde jamais. Voici d'ailleurs une autre preuve de cette ancienne période d'humidité.

Un petit ruisseau descend vers la Cère, qu'il rejoint aux Places, par le col de Garrouste-Louradou. Il ne mesure pas, actuellement, un mètre de large, et se perd même tout à fait, près de son confluent avec la Cère, dans la nappe de cailloux roulés interglaciaires. Or, M. Dejou, lors de la construction de sa fabrique, a constaté que ce ruisseau s'était jadis creusé dans la boue glaciaire et dans ladite nappe, un lit de plus de trente mètres de large, qu'il a ensuite comblé de matériaux hétérogènes. C'est peut-être aussi à cette période pluviale, d'âge incertain, qu'il faut attribuer la formation des tourbières qu'on rencontre sur différents points de la vallée de la Cère, notamment au pied de la moraine de Louradou.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL

Un résumé rapide aidera peut-être à fixer les principaux traits de la géologie du thalweg de la moyenne vallée de la Cère.

L'ensemble des formations de notre champ d'étude repose sur un socle micaschisteux, avec recouvrement partiel d'argile tongrienne.

Immédiatement au-dessus s'étend, de Carnéjac à Courros, une puissante assise de cailloux roulés interglaciaires. Cette dernière

est coupée par une intercalation de grès psammite et argileux, qui peut être considéré comme un accident local. Le grès a fourni comme fossile, une empreinte de plante pouvant se rapporter peut-être au genre *Sphagnum*. La nappe de cailloux roulés a donné, outre des ossements indéterminables, des silex chelléens signalés par M. Rames et décrits par M. Boule. Puis c'est l'ensemble de notre système glaciaire de la vallée de la Cère actuelle, avec ses deux moraines latérales et ses quatre moraines frontales de Cornéjac-Louradou, le Couderc-Lalo, Polminhac-Clavière et Comblat-Rodier.

Et voici, creusant la nappe de cailloux roulés, les terrasses remblayées de la plaine d'Arpajon, avec leurs éclats de silex taillés.

Ensuite, de Vic à Conros, ce sont des bancs de sables post-glaciaires jonchés de silex rappelant ceux de l'âge du renne.

Et ces derniers, enfin, sont recouverts d'un large manteau de limon moderne où s'impriment les traces d'arbres, vivant à l'heure actuelle, sous notre climat.

Si nous essayons de retracer l'histoire géogénique que contient cette description, nous voyons les eaux de fusion des avant-derniers glaciers du Cantal creuser la vallée de la Cère à sa profondeur actuelle et recouvrir la partie inférieure de son cours moyen d'une puissante nappe de cailloux roulés interglaciaires.

Puis, un nouveau glacier se forme. Il s'avance dans la vallée, sur quinze kilomètres de long, sur deux, en moyenne de large. Il s'élève à plus de quarante mètres sur ses flancs. Il recule ensuite, et après avoir édifié sa moraine terminale, forme, dans son retrait, trois moraines frontales, tandis que ses eaux de fusion normale entaillent et remblaient la nappe de cailloux roulés interglaciaires.

Enfin, des eaux plus abondantes, sans doute, que celles de l'âge actuel, tapissent la moyenne vallée de la Cère de sable et de limon fluviatile.

Je ne formulerai point de conclusion en terminant cette note. Celle-ci n'est, en effet, qu'une simple monographie locale; et la philosophie des faits est du ressort d'un petit nombre de privilégiés.

J'ai, pour ma part, tenté de réunir, en consciencieux ouvrier, quelques matériaux épars, et parfois inédits, que de plus habiles, si mes vœux se réalisent, mettront en œuvre: heureux, si j'ai pu contribuer, par ce modeste apport, à la connaissance de la belle montagne du Cantal, pour laquelle les naturalistes dont elle poétisa les jeunes années, gardent un amour filial et presque religieux!

NOTE SUR LE MODE DE FORMATION DES PLIS DE L'ÉCORCE TERRESTRE,

par **M. Ph. ZÜRCHER** (1)

Dans une récente communication à l'Académie des Sciences (2), j'ai indiqué les résultats obtenus dans l'étude de la structure de la région plissée comprise entre Digne et Toulon, notamment la possibilité de diviser l'ensemble des plis de cette région en *faisceaux de plis* provenant chacun d'un effort tangentiel élémentaire spécial.

Le but de la présente note est la description des faits constatés sur le terrain, qui, en me permettant d'arriver à la notion du *sens de propagation d'un pli*, m'ont conduit à pouvoir déduire de l'observation les lois de répartition des plis en faisceaux.

Parmi les particularités si diverses que présentent les plis que j'ai pu étudier, l'une des plus simples et des plus facilement observables est la *fin d'un pli par décroissement graduel*.

On peut citer de nombreux et curieux exemples de ces fins de plis. Je me bornerai à décrire ceux qui constituent, dans l'ensemble des dispositions observées, des types auxquels les autres peuvent se rapporter.

Un des plus remarquables phénomènes de ce genre est la fin du pli anticlinal des Dourbes, près de Barrême (Basses Alpes).

On peut bien observer les détails de la structure de ce pli aux deux points où les érosions ont creusé les profonds ravins de Cuinier, près de Chabrières, et de Chaudon-Norante. La vallée de l'Asse, entre Chabrières et Norante, creusée aux dépens des couches affectées par cette dislocation, en montre une coupe, à peu près parallèle à l'axe, qui est très instructive.

Le ravin de Cuinier permet de juger, mais pas cependant d'une façon certaine, de la structure du pli : au débouché du ravin dans l'Asse, ce sont surtout les couches marneuses du Jurassique

(1) Communication faite dans la séance du 19 Février 1894. Manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées parvenues au Secrétariat le 24 Mars 1894.

(2) C. R. Ac. Sc., 22 janvier 1894.

N

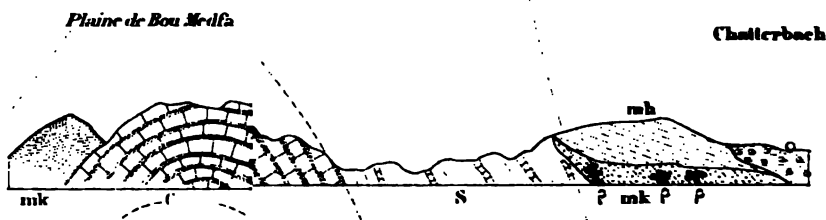
Fig. 3



S.O.

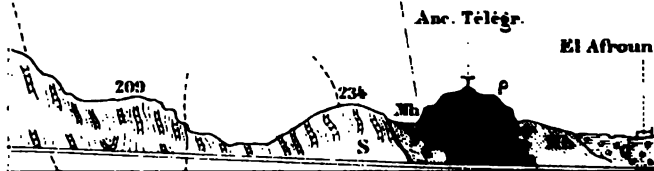
Fig. 2

N.E.



N.N.E.

Fig. 1





Note de M. S. Marty

Bull. Soc. Géol. de France

3^{me} Série T. XXII. Pl. II.
 (Séance du 5 Février 1894)



Fig. 1. Bloc strié de la moraine de Louradou



Fig. 2. Bloc strié du Puy de Cibannes

Sohler et Campy, 33, r. Hallé. Paris.

H. P. Marty phot.

WYOU



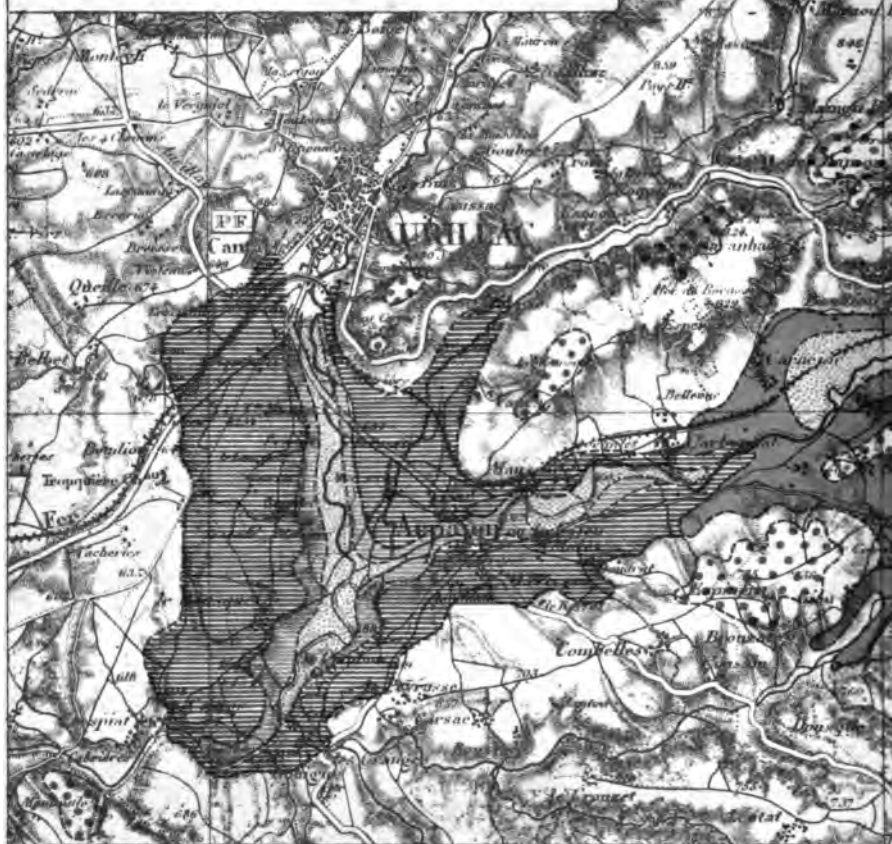
CARTE GÉOLOGIQUE DU THALWEG de la MOYENNE VALLÉE DE LA CÈRE

(CANTAL)

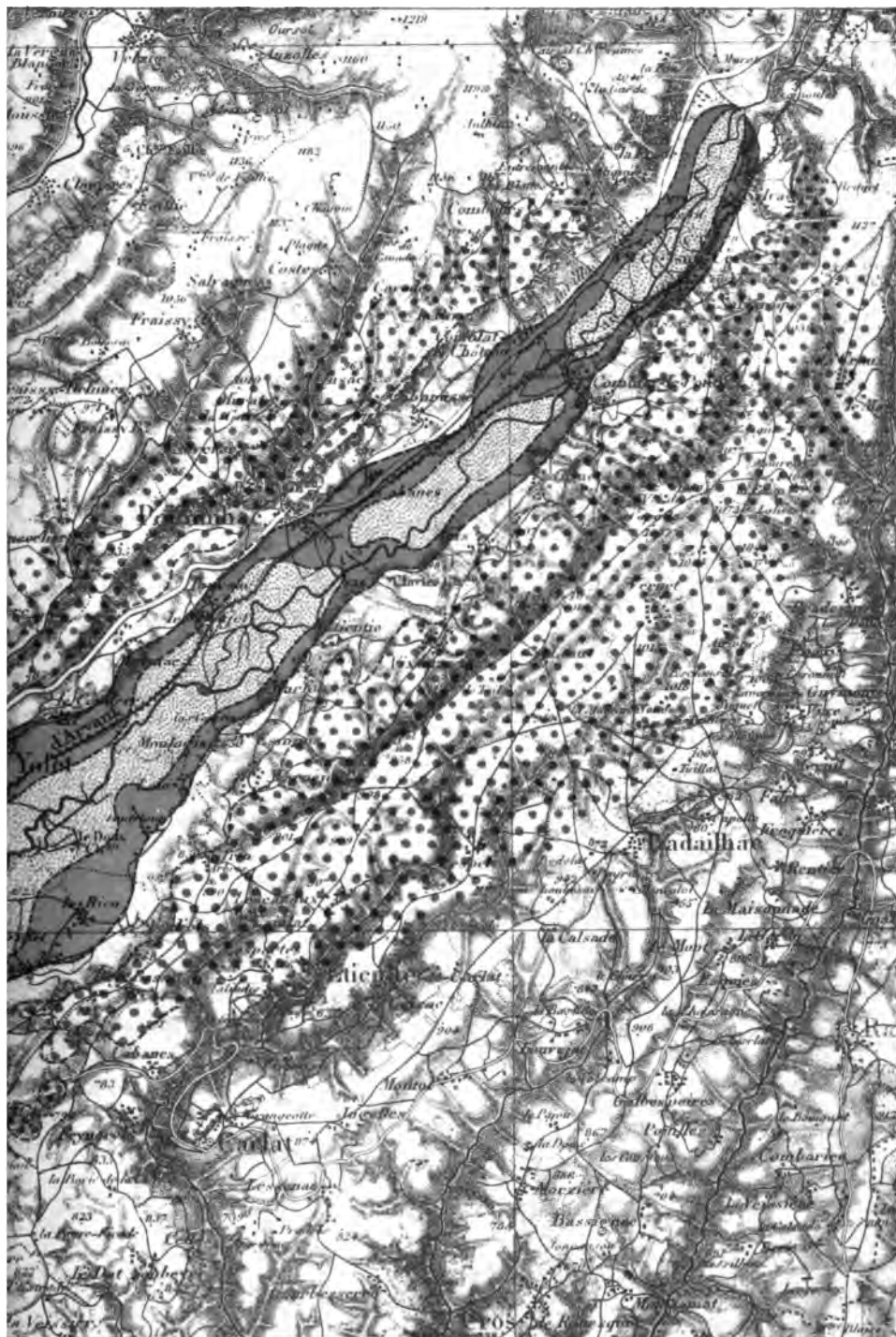
Echelle 1 : 80.000^e

LÉGENDE

-  { Glaciaire et vieux Diluvium des plateaux
et des pentes.
-  Interglaciaire.
-  Glaciaire des vallées actuelles
-  { Terrasses contemporaines des glaciers
des vallées.
-  Sables et Limon post-glaciaires.



Carte géologique par L. Vuhner, rue de l'Abbé de l'Épée 4



moyen qui apparaissent ; on voit ensuite s'élever au-dessus de ces affleurements une haute falaise constituée par les couches bien régulières de l'Infralias, du Lias inférieur et du Lias moyen, laissant voir à leur pied des lambeaux importants de marnes et gypses triasiques. Les flancs du ravin montrent l'inclinaison relativement minime des bancs du Jurassique inférieur, et la disposition des couches est ainsi telle qu'on doit admettre l'existence d'une importante ligne de discontinuité au pied de la falaise.

Cette seule coupe ne permettrait pas de conclure au sujet de l'orientation de la surface de discontinuité ainsi reconnue ; les conclusions qui vont découler de l'étude d'autres parties du pli permettront d'arriver à un résultat précis à ce sujet.

La disposition des couches sur le flanc N.-O. du ravin de Norante est difficile à observer en place même, par suite de la déclivité du sol et de l'abondance des éboulis. Mais à distance, et en particulier du flanc opposé de la vallée, sur le chemin qui mène à Champagneul, on peut au contraire se rendre compte de la structure du pli avec une très grande netteté. On voit en effet la barre saillante formée par le calcaire à *Gryphæa cymbium*, très régulière au N.-O., et possédant ainsi dans le massif compris entre le ravin de Cuinier et celui de Norante un pendage vers le N.-E. de 15° à 20°, changer progressivement d'orientation, et, passant par la verticale, venir se renverser en s'étirant pour se perdre enfin en biseau à la hauteur du pied de la falaise. Toutes les couches voisines dessinent un mouvement analogue.

L'existence d'un pli couché est ainsi démontrée, à Norante, d'une façon absolument précise, et on peut déduire de cette constatation une interprétation certaine de la coupe du Cuinier, dans laquelle le Jurassique inférieur de la falaise constitue le flanc normal supérieur d'un pli anticlinal à plan axial horizontal faisant suite au pli de Norante, mais dans lequel l'intensité plus grande du plissement a entraîné la suppression par étirement de la totalité du flanc médian remplacé par une surface de discontinuité horizontale.

Si l'on examine ce qui se passe au S.-E. du ravin de Norante, on voit que les couches continuent à y affecter la forme d'un anticlinal dont la portion centrale est constituée par les marnes bathoniennes et oxfordiennes du flanc S.-E. du ravin, et qui est indiqué ensuite par l'allure du Jurassique supérieur formant la barre qui relie la crête des Dourbes au Haut Château de Norante.

L'anticlinal se continue ensuite dans les couches crétacées ; on

le voit, encore légèrement déversé, se dessiner très nettement dans les contours des stratifications si nettes du Barrémien, au-dessus du village de Saint-Jacques ; il s'annule enfin en aboutissant au synclinal tertiaire de la Vallée de Clumane.

Le décroissement graduel du pli est ici manifeste : au Cuinier, et aussi, sans aucun doute, plus au nord, vers Digne, le pli des Dourbes est un pli couché à grands recouvrements, à flanc médian supprimé par étirement ; à Norante, le pli est encore couché, mais le recouvrement est de peu d'importance ; au col de Chaudon et au-dessus de Saint-Jacques c'est seulement un pli légèrement déversé ; et enfin, à l'arrivée dans la vallée de Clumane, les couches ont repris une régularité à peu près complète et le pli peut être considéré comme terminé.

Un exemple de même nature, mais sur plus petite échelle, peut être observé près de Séranon (Alpes-Maritimes). On peut suivre, en venant vers cette localité, de la région d'Escragnoles, la crête élevée de la montagne de l'Audibergue, dont le versant nord constitue entre Andon et Escragnoles le flanc normal supérieur d'un des plis anticlinaux si régulièrement couchés vers le sud que l'on rencontre dans cette partie des Alpes-Maritimes.

En arrivant au Val de Séranon, cette crête s'abaisse, et, peu après sa traversée par la route de Caille, on voit le Jurassique supérieur qui la constitue s'enfoncer sous le Néocomien après avoir dessiné très nettement, comme à Norante, le relèvement du pli par son passage graduel de la structure couchée à la structure simplement déversée.

Ces deux exemples sont bien typiques, et on peut y rapporter un certain nombre de phénomènes analogues et très peu différents, notamment le décroissement du pli de la Maline, près de Levens (Basses-Alpes), du pli de Peyroules, près de St-Auban (Alpes-Maritimes), du pli de Fox-Amphoux, au nord de Salernes (Var), du pli d'Aups-Moissac-Régusse, à l'ouest de la première de ces localités, dans le Var (1).

Le cas d'un pli fortement déversé se relevant et s'atténuant ensuite peut être considéré à la rigueur comme un cas général. On peut cependant regarder comme type un peu à part le cas particulier d'un pli presque droit s'atténuant et s'annulant

(1) Ces deux derniers plis sont représentés par plusieurs coupes successives en montrant bien le décroissement dans ma note sur les zones plissées de Salernes et d'Aups (*B. S. G. F.*, 3^e série, T. XX, p. 1178).

ensuite sans les complications du relèvement des couches et de la réapparition du flanc médian. Les exemples de fins de plis de cet ordre sont moins fréquents dans la région que j'ai étudiée que ceux du type précédent. On peut toutefois citer la fin du pli de la Serrière de Lagne, à l'ouest de Comps (Var), et, dans la même région, la terminaison du grand pli du Signal d'Aiguines.

Ce qui vient d'être dit se rapporte à des plis anticlinaux. Les plis synclinaux présentent des phénomènes analogues, mais moins faciles à observer quand il y a déversement, le pli synclinal étant alors le plus souvent oblitéré par le pli anticlinal voisin.

Je me bornerai donc au cas de plis non déversés, mais cependant assez accentués pour que le décroissement puisse être bien net, et je citerai comme exemple le synclinal néocomien d'Enboug-Marignol-Pavillon, qui s'étend entre le synclinal de Venasclé, à l'est de Moustiers-Sainte-Marie (Basses-Alpes), et le synclinal de Mayaïche-Levens. Ce pli est très fortement accusé près d'Enboug, il va ensuite en s'atténuant jusqu'au signal de Pavillon, et plus au sud les couches du Jurassique supérieur ne montrent plus de traces observables du pli, dessinant au contraire un anticlinal résultant du raccordement des deux plis de même genre qui limitaient à l'est et à l'ouest le synclinal disparu.

Les observations qui précèdent me paraissent établir bien nettement l'existence, dans les plis étudiés, de modifications continues d'intensité amenant le pli à passer graduellement d'une amplitude très considérable à une amplitude nulle ou au moins inappréciable.

Avant de rechercher à quelles causes il est possible de rapporter ces phénomènes, remarquons tout d'abord qu'on peut considérer comme démontré que la formation des plis a eu une durée notable.

Deux alternatives se présentent alors, une fois ce principe reconnu, pour expliquer les phénomènes ci-dessus décrits :

Ou bien le dessin des plis s'est accusé dès l'origine et les différences d'amplitude observées ont ensuite été le résultat de différences d'accentuation des diverses parties du pli.

Ou bien certaines portions de la surface se sont plissées *après les autres*, et les différences d'amplitude sont la trace de la propagation du plissement des parties plissées à l'origine vers celles qui ne l'étaient pas.

On va voir que c'est la deuxième hypothèse qui est la vraie.

En effet, la naissance simultanée, à l'origine, de l'ensemble d'un pli, n'est admissible que si les efforts mis en jeu, combinés aux résistances à vaincre, ont pu produire à ce moment initial, sur

la zone qui s'est plissée, un effet homogène. Ce serait, par exemple, le cas exceptionnel où la masse à plisser aurait été parfaitement homogène, et où l'effort de plissement aurait été constant sur une certaine longueur. Or, cette hypothèse de l'homogénéité de l'effet à l'origine est absolument contraire à la possibilité, en suite, d'une accentuation notablement différente des diverses portions du pli, et il découle de là qu'il n'est pas possible d'admettre qu'un pli montrant une variation importante d'intensité, le réduisant à s'annuler à une de ses extrémités, puisse être le résultat de la modification d'un pli rudimentaire originel.

Les décroissements graduels des plis ne pouvant être attribués à cette cause, c'est la deuxième hypothèse, ainsi que je l'ai fait prévoir, qui est la seule admissible, et on est conduit ainsi à conclure que *les plis ne se sont pas formés en même temps sur toute leur longueur, mais bien par propagation à partir d'un plissement originel.*

Et cette conclusion permet d'arriver alors à la notion du *sens de propagation* d'un pli, qui est ainsi celui de *son décroissement actuel.*

ÉTUDES DANS LES ALPES FRANÇAISES

(STRUCTURE EN ÉVENTAIL,
MASSIFS AMYGDALOÏDES ET MÉTAMORPHISME.)

(Pl. IV, V et VI)

par **M. Marcel BERTRAND** (1).

Les études que je poursuis depuis quatre ans en Maurienne et en Tarentaise, tout en laissant encore pour moi bien des problèmes en suspens, me permettent cette année de présenter un premier travail d'ensemble sur ces régions. Les difficultés qui m'ont longtemps arrêté sont liées directement ou indirectement à la question de l'âge des schistes lustrés de la zone frontière, formation importante et souvent discutée, dont les affleurements occupent dans cette partie la plus grande étendue superficielle. J'avais annoncé en 1889, à la suite d'une excursion faite en commun, par M. Potier et par moi avec MM. Zaccagna, Mattiolo et Franchi, que la solution de Lory devait être abandonnée et que celle de nos confrères italiens me semblait désormais inattaquable. Mon raisonnement était le suivant : la coupe de l'Ubaye, décrite par M. Zaccagna, et que je croyais vérifiée par de nombreux géologues, montrait les schistes lustrés au-dessous des quartzites du Trias et même au-dessous du Permien. D'un autre côté, la coupe de Savouls, *la seule* donnée par Lory dans cette zone pour prouver l'âge triasique des schistes lustrés, se trouvait, par suite de l'intercalation d'un petit banc de quartzite entre les calcaires du Muschelkalk et les schistes lustrés superposés, s'expliquer par un renversement, et prendre par suite une signification tout opposée. Dès lors le désaccord entre les deux coupes n'était qu'apparent et la difficulté disparaissait.

(1) Communication faite dans la séance du 22 Janvier 1894. Manuscrit remis le 19 Février 1894. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 20 Mars 1894.

C'est du moins ce que j'ai dit alors, sans peut-être songer assez que si Lory n'avait publié qu'une seule coupe, il en avait observé beaucoup d'autres, et que l'ensemble seul avait déterminé sa conviction. Comme l'a excellemment dit M. Zaccagna, dont la conviction contraire n'est pas non plus fondée sur la seule coupe de l'Ubaye, un exemple unique ne peut faire loi dans des régions aussi compliquées et aussi complètement dépourvues de fossiles, où l'on peut toujours craindre une erreur d'interprétation. La conclusion tirée en un point, si elle est exacte, doit se retrouver en beaucoup d'autres, et l'accumulation des arguments est nécessaire pour en faire une preuve.

J'aurais dû me souvenir aussi que Gerlach, dont la conscience et l'habileté comme observateur n'ont jamais été mises en doute, avait été de son côté dans les Alpes pennines, pour les mêmes complexes de couches, amené à regarder la solution de l'âge triasique comme la plus probable, avec des arguments surtout fondés sur des passages latéraux. En réalité, malgré les nouveaux poids jetés dans la balance par M. Zaccagna, la question restait douteuse et notre conviction était prématurée. Les études pour la carte de la région ont donc été commencées dans les plus mauvaises conditions, avec l'illusion d'une certitude au sujet d'un des points de départ, encore insuffisamment démontré.

Heureusement, comme je l'ai dit autre part, la stratigraphie de montagne où la constatation des superpositions ne suffit plus à résoudre tous les problèmes, a, elle aussi, des lois assez précises et assez bien connues maintenant pour avertir d'une erreur, et pour ne pas laisser persister dans une fausse voie. Malgré les difficultés spéciales résultant de l'existence presque constante d'une *structure monoclinale*, l'incertitude du point de départ a fini par se traduire dans les résultats. Il y a deux ans, je suis arrivé à des coupes, dont l'explication, simple en elle-même, me paraissait incompatible avec celle des coupes voisines ; j'étais si profondément persuadé de l'âge ancien des schistes lustrés, que j'ai examiné toutes les hypothèses, sauf celle du rajeunissement de ces schistes. Mais cette année, en remontant plus au nord, j'ai trouvé, à la Grande-Sassière, d'autres coupes qui sont, *en elles-mêmes*, inexplicables si les schistes lustrés ne sont pas du Trias. Il fallait dès lors rechercher s'il n'y avait qu'une espèce de schistes lustrés, et si dans ce cas, les coupes des autres massifs pouvaient s'accorder avec la solution triasique. J'ai prié M. Terrier de revoir avec moi les coupes voisines de la région qu'il a étudiée, et ensuite M. Kilian de m'accompagner dans l'Ubaye que je ne

connaissais pas encore. Je suis revenu de ces courses avec une conviction bien établie, que je me proposais seulement, et que je me propose encore de confirmer dans la prochaine campagne par l'examen des points restés douteux. Mais en mettant au net mes cartes et mes coupes, j'ai vu la structure générale en ressortir avec tant d'évidence, et la continuité si bien indiquer les solutions restées en suspens sur le terrain, que je n'ai pas hésité à publier dès maintenant les résultats. J'aurai soin d'indiquer les interprétations qui ont encore besoin d'une vérification ; mais aucune de ces interprétations ne me semble pouvoir être modifiée par de nouvelles observations que dans des détails secondaires, et je considère les conclusions comme définitives.

En l'absence de fossiles, il s'agit ici d'un problème stratigraphique, et les conclusions relatives à l'âge des schistes lustrés sont intimement liées aux conclusions relatives à la structure générale ; ce sont ces dernières seules qui, par une sorte d'effet réflexe, donnent toute leur valeur et leur signification aux coupes locales d'où elles sont tirées. Elles seules aussi me semblent permettre d'introduire de l'ordre dans ces descriptions un peu complexes. Ces conclusions subsisteraient d'ailleurs, avec quelques exceptions restant à l'état d'énigmes provisoires, si les schistes lustrés n'étaient pas triasiques. Ce sont donc elles, un peu contrairement à l'ordre naturel, que je crois devoir développer dans cette première note, avant d'aborder les discussions de détail relatives à l'âge des schistes dans les différents massifs.

STRUCTURE EN ÉVENTAIL DES ALPES FRANÇAISES. — Le trait caractéristique et *essentiel* de la structure des Alpes françaises est la structure en éventail. Sauf de rares exceptions, les plis de l'ouest se couchent vers la France et les plis de l'est se couchent vers l'Italie. Du Briançonnais à la Tarentaise, ce caractère s'accuse partout avec une égale évidence, et quoique Alph. Favre ait dit depuis longtemps que la zone houillère qui fait le centre de cet éventail est renversée à l'est comme à l'ouest sur les terrains plus récents, quoiqu'on sache depuis longtemps que ces deux plongements inverses se continuent de part et d'autre jusqu'aux bords de la chaîne, il est remarquable que l'attention n'ait jamais été appelée sur cette structure. Les raisons en sont diverses : d'abord cette zone houillère (dont Lory avait bien reconnu pourtant la position centrale) ne comprend pas les plus hauts sommets ni les affleurements de roches cristallines ; il y a donc une sorte de paradoxe géographique et géologique à en faire l'axe de la chaîne. De plus

on connaît excentriquement d'autres massifs construits en éventail, parmi lesquels, en France, celui du Mont Blanc est le plus important, le plus souvent décrit, et aussi le mieux fait en apparence pour être choisi comme type d'un massif central. Or il est clair que le M^t Blanc n'interrompt que momentanément la tendance des plis occidentaux à se coucher vers l'ouest, et de là, devait résulter l'idée que la structure en éventail n'est qu'un accident local. Enfin, et surtout, aucun des géologues qui ont étudié le versant oriental n'a cru y reconnaître l'évidence d'une structure plissée ; sauf en quelques coupes de M. Zaccagna, notamment au M^t Viso, le métamorphisme de plus en plus accusé des assises et l'absence d'horizons nettement reconnus a porté (voir surtout les coupes de M. Baretto) à ne voir dans les couches du versant italien qu'une immense succession d'assises régulièrement superposées, ou encore, comme le croyait Lory, interrompue par des failles verticales. Les plissements, comme on devait s'y attendre, se sont pourtant fait aussi sentir de ce côté, et même, semble-t-il, plus énergiquement que sur l'autre versant.

Je dois ajouter que, même une fois cette structure en éventail reconnue pour la Maurienne et le Dauphiné, on comprend qu'on n'y ait attaché qu'une médiocre importance, et que le phénomène ait pu sembler, comme au M^t Blanc, un phénomène local. En effet, la bande houillère se continue au-delà du Petit Saint-Bernard jusqu'au Valais, et sur ce parcours, elle cesse de présenter le même caractère, tandis que de l'autre côté, au sud de Briançon, la bande disparaît complètement. La structure en éventail n'en continue pas moins de part et d'autre ; seulement, en Suisse la zone de l'éventail *s'élargit* en se compliquant de nombreux plis secondaires ; et au sud, au contraire, elle *s'abaisse* en ne laissant plus affleurer que des couches tertiaires. Je dirai quelques mots en terminant de ces régions voisines, mais je dois ici naturellement surtout m'attacher à l'examen de la partie que j'ai personnellement étudiée en Maurienne et en Tarentaise.

Coupe de la vallée de l'Arc. — *Permien de Modane.* — La première coupe à examiner est celle de la vallée de l'Arc. Les plis d'aval, à l'ouest de St-Michel, avec leur pendage constant vers l'est, ont été bien décrits par Lory, et M. Kilian a ajouté des détails intéressants, en montrant l'amplitude des renversements dans la région des sommets, notamment à la G^de Moenda. De l'autre côté des schistes houillers, plissés très irrégulièrement, et qu'il faudrait étudier dans les sommets pour se faire une juste idée de leur allure, on arrive près de St-André,

à la colline de schistes plus cristallins sur laquelle est construit le fort du Sappey. Ce sont ces schistes que Lory considérait comme des gneiss chloriteux, amenés au jour par une faille, et dont M. Lachat d'abord, puis plus récemment M. Zaccagna ont bien montré la position intermédiaire entre le Houiller et les quartzites du Trias. L'abondant développement des phyllites arrive à y masquer à peu près l'origine détritique, et les gros noyaux de quartz et de feldspath rappellent même par places l'aspect de gneiss veillés. Il est facile de se convaincre sur place, à Modane, que ces noyaux ont pour origine de véritables galets, quelques-uns encore nettement roulés, mais la plupart déformés par la pression ou surtout par les phénomènes de recristallisation postérieure. Quant à l'origine détritique, elle ressort aussi nettement du passage graduel, d'une part au Houiller et de l'autre, par l'intermédiaire de quartzites phylliteux, aux quartzites du Trias. Malgré la belle étude de M. Termier, si définitivement probante à mes yeux, quelques doutes sont encore émis au sujet de certaines des couches attribuées dans les Alpes au Permien. Il importe de rappeler en tout cas que *ces doutes ne peuvent exister* pour les couches de Modane, qu'on peut suivre sur plus de 40 kilomètres, intercalées entre le Houiller et le Trias, et passant également d'une manière insensible à l'un et à l'autre de ces étages. La limite inférieure à donner à cette division est seule obscure, et même arbitraire ; M. Termier a choisi près de Bozel un gros banc quartziteux qui n'a qu'une existence et une importance locales ; il a d'ailleurs précisé avec une netteté parfaite les conditions du problème, et toutes mes observations en Tarentaise s'accordent avec ses conclusions : on est amené à donner le nom de Permien à *un faciès de métamorphisme, qui va en s'accroissant de l'ouest à l'est, et descend, en même temps, de plus en plus bas dans la série*. La limite lithologique qu'on peut suivre ainsi ne correspond pas à un même niveau stratigraphique ; en admettant qu'à Modane l'ensemble des couches métamorphiques occupe à *peu près* la place du Permien, à l'est dans la Vanoise, et plus nettement encore dans les massifs de l'Aiguille du midi et du M^t Pourri, dans ceux du Ruytor et du Val Grisanche (1), cet ensemble embrasse certainement le Houiller (peut-être même des couches plus anciennes), comme le prouvent les lits ou les nids à faciès houiller partiellement et localement échappés au métamorphisme. Le point important et incontestable, c'est que,

(1) Le Val Grisanche nous amène à la région des *Casanna Schiefer* de Gerlach, qui, dans cette partie du moins de la Suisse, sont bien certainement pour moi, comme l'a dit M. Suess dès 1869, du Permien ou plutôt du *Permo-Houiller*.

dans cette partie des Alpes, la sédimentation a été continue et continuellement active du Houiller à la base du Trias; le seul horizon qu'on puisse espérer suivre et qui puisse marquer une date dans cette puissante accumulation, c'est le poudingue quartzeux du sommet du Houiller. Je crois, sans avoir pu en trouver la preuve définitive, que les schistes à noyaux (pseudo-gneiss glanduleux) de Modane en sont la continuation; mais comme ces bancs ne forment nulle part une limite à l'action métamorphique, on y a attaché peu d'importance, et on n'a pas jusqu'ici essayé d'en tracer les contours (1).

Cette question demanderait évidemment d'autres développements que je ne puis donner ici; mais il importait de fixer au début le sens dans lequel j'entends le mot de Permien appliqué aux schistes de Modane, et celui de Permo-Houiller que j'appliquerai aux schistes métamorphiques des chaînes plus orientales (2).

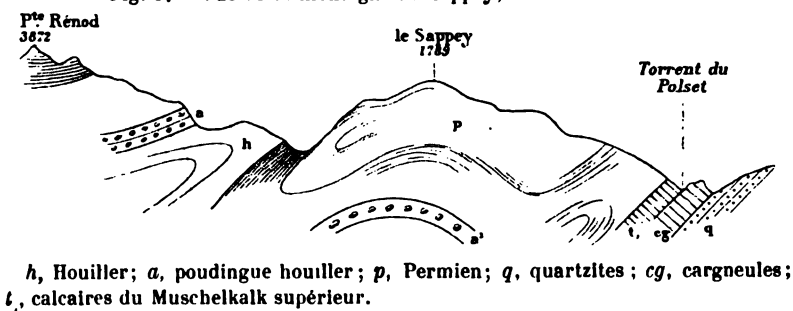
Rive droite de l'Arc jusqu'à Aussois. — Dans la vallée même, près de Saint-André, les rapports du Permien et du Houiller sont peu nets (route de Saint-André), par suite du passage par alternances de l'un à l'autre faciès. Dans la montagne du Sappey, la stratification est difficile à suivre au milieu des clivages et des cassures des bancs. C'est seulement de l'autre rive, près du Fresney, que j'ai pu, par un bon éclaircissement, tracer le croquis ci-joint (fig. 1). Les plis secondaires, auxquels est dû l'élargissement de la bande permienne ne semblent pas se continuer bien loin; en tout cas je n'ai pu les suivre; mais le plongement du Permien sous le Houiller et du Trias sous le Permien (très aminci à partir de Polset), souvent même avec

(1) Il existe près du col d'Aussois des bancs de poudingues, signalés par Lory et étudiés par M. Termier: mon impression avait été, sur place, de les rapporter à un niveau supérieur correspondant, peut-être au Grès vosgien; je doute un peu maintenant que cette impression soit exacte. Je donnerai d'ailleurs une idée de la difficulté de la question, en rappelant que M. Termier n'a pas pu suivre ce niveau du col d'Aussois dans le massif même de la Vanoise, où il se trouvait amorcé; à plus forte raison, le raccordement à distance avec les massifs voisins doit-il rester encore douteux.

(2) Le désaccord avec M. Zaccagna, dont les importantes études ont fourni le point de départ de nos recherches, tient, je crois, à ce que M. Zaccagna limite partout l'extension du Permien à un degré donné de métamorphisme, celui qu'il a observé et reconnu dans les Alpes apuennes. En essayant de faire, pour chacun des massifs alpins, ce qu'il a fait pour le massif italien, c'est-à-dire en essayant, pour chacun d'eux, de fixer stratigraphiquement l'âge des assises métamorphiques, en cherchant de plus à suivre dans les couches non pas un faciès étroitement défini, mais les progressions d'un même faciès, nous croyons être, plus que lui, d'accord avec sa méthode et avec son point de départ.

une inclinaison très faible, se voit avec netteté jusqu'au col de Chavière, dont M. Termier a décrit la coupe. Les schistes du col

Fig. 1. — Vue de la montagne du Sappey, au nord de Modane.

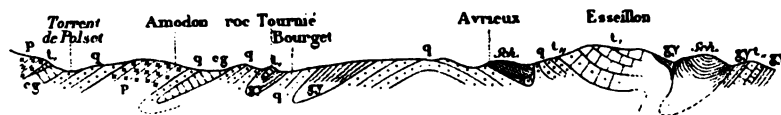


h, Houiller; *a*, poudingue houiller; *p*, Permien; *q*, quartzites; *cg*, cargneules; *t*, calcaires du Muschelkalk supérieur.

que M. Termier a considérés comme permien, semblent le prolongement des schistes à faciès franchement houiller du versant de Modane.

De l'autre côté du Sappey (fig. 2), les quartzites triasiques sont, dans

Fig. 2. — Coupe de la rive droite de l'Arc, entre Modane et l'Esseillon ($\frac{1}{400000}$).



p, Permien; *q*, quartzites; *t*, calcaires phylliteux et calc. compacts du Muschelkalk inférieur; *t'*, calcaires francs (Musc. sup.); *cg*, cargneules; *gy*, gypses; *sch*, schistes lustrés (1).

le bas de la vallée, séparés du Permien par les cônes de déjection; le long du torrent de Polset, on peut voir les cargneules (Muschelkalk

(1) Les notations et les figurés sont les mêmes pour toutes les coupes du mémoire. Je les donne ici d'une manière générale, et ne les reproduirai pas au bas de chaque figure :

h, Houiller } hachures parallèles à la stratification, pour les schistes; croix pour *p*, Permien } les parties métamorphiques.
q, quartzites (pointillés).
t, Muschelkalk inférieur; barres normales à la stratification, avec points intermédiaires, pour les calcaires; hachures pour les schistes; lignes ondulées parallèles à la stratification pour les gypses (*gy*). perpendiculaires à la stratification pour les cargneules (*cg*).

t', Muschelkalk supérieur (calcaires francs); barres normales à la stratification.
cg, cargneules; hachures ondulées, perpendiculaires à la stratification.
sch, schistes lustrés, hachures parallèles à la stratification.
eb, éboulis.

Les différents figurés sont d'ailleurs les mêmes que ceux de la planche de coupes. L'échelle des hauteurs est la même que celles des longueurs pour toutes les coupes où l'échelle est indiquée; pour les autres, les hauteurs sont à volonté.

inférieur) et même des lambeaux de calcaire franc (Muschelkalk supérieur) s'intercaler. Cet ensemble plonge sous les schistes métamorphiques, qui le surmontent même presque horizontalement, vers le haut de la montée de Polset. Il n'y a pas de couches intermédiaires renversées; il y a donc faille, comme le pensait Lory, mais *faille d'étirement*, parallèle aux bancs.

La coupe se suit sans difficulté sur la route du Bourget, faisant apparaître, toujours avec le même pendage, le Permien supérieur (quartzites avec galets de quartz, bésimaudite supérieure de M. Zaccagna), puis deux fois les quartzites et les cargneules. On arrive ainsi au roc Tournié, masse calcaire isolée au milieu du gypse, par éboulement plutôt que par pli, et célèbre par ses cristaux d'albite. A partir de ce moment, la route et la vallée deviennent à peu près parallèles aux plis, et l'on reste jusqu'à Avrieux dans les quartzites, fortement inclinés vers le thalweg. C'est sur eux que reposent les calcaires de l'Esseillon, après une nouvelle ondulation qui fait affleurer à Avrieux des schistes noirs, argileux, en relation incontestable avec les cargneules et les calcaires marbre de la base du Muschelkalk. Les gypses qui viennent ensuite me semblent appartenir en majorité au Trias supérieur; mais par suite d'un phénomène déjà indiqué par M. Kilian (4), il y a eu là, comme en

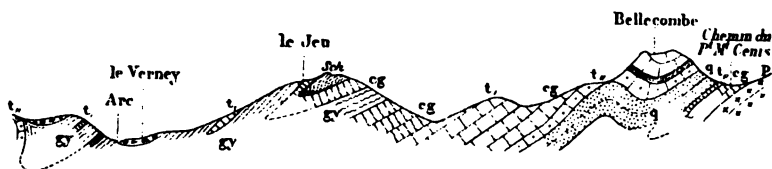
(4) Cette gypsification du calcaire du Muschelkalk, rendue évidente par l'existence de petits morceaux ou de gros blocs de calcaires inaltérés au milieu du gypse, m'avait jusqu'ici semblé difficile à expliquer. Je repousse absolument toutes les hypothèses qui ont recours à l'action de sources d'acide sulfurique ou de sulfates, et je considère comme tout à fait insuffisante celle qui invoque l'oxydation des pyrites disséminés dans les calcaires intacts. J'ai toujours cru plus probable que le gypse des couches supérieures, entraîné par les eaux d'infiltration, avait pu se redéposer à la place du calcaire, dissous à son tour par les mêmes eaux. Mais il restait à préciser le mécanisme de cette double action qui, à priori, au moins sous cette forme, semblait peu d'accord avec les lois de la chimie. M. Le Chatelier m'a donné dernièrement l'explication que je cherchais : les eaux qui passent sur du gypse, ne peuvent pas le redéposer plus loin, dans les points où elles dissolvent du calcaire, parce que ces eaux *ne serrent jamais sursaturées de sulfate de chaux*. Mais il en est autrement, si les eaux passent d'abord sur du plâtre ou *sur de l'anhydrite* : ces deux corps peuvent en effet fournir des *solutions sursaturées*, pour lesquelles une nouvelle dissolution de chaux rompt l'équilibre instable, et permet la précipitation d'une partie du sulfate de chaux, sous forme de gypse. Le phénomène ainsi amorcé peut se continuer indéfiniment, ou du moins tant qu'il reste des masses d'anhydrite à dissoudre sur le trajet.

Or, dans les Alpes, l'anhydrite est rare à la surface, mais se trouve partout en profondeur; c'est la forme sous laquelle le sulfate de chaux s'est déposé dans les mers du Trias. La transformation de cette anhydrite en gypse a pu se faire de deux manières, ou sur place par simple hydratation, ou après transport, à la suite de solution et de reprécipitation. Ainsi s'expliquerait le fait, autrement incompréhensible, que les calcaires transformés en gypse sont exclusivement les calcaires du Trias, c'est-à-dire les calcaires auxquels étaient primitivement superposées des masses d'anhydrite. Il résulterait aussi de cette explication que, partout où l'on rencontre de l'anhydrite, on peut être certain qu'on a affaire à un dépôt originel, c'est-à-dire à un *dépôt de lagunes contemporaines*.

beaucoup d'autres points de la région, *gypsification* des calcaires du Trias moyen. Il devient dès lors très difficile de suivre en amont les divisions d'étages, et, comme d'ailleurs la vallée se met de plus en plus en direction, il convient de poursuivre la coupe le long de la vallée de Bramans et du petit Mont Cenis (fig. 3).

La pente est toujours la même, c'est-à-dire vers l'ouest; après les gypses, dans lesquels se montre intercalée, au Jeu, une lentille de schistes lustrés, pouvant représenter soit un pointement anticlinal (1), soit une cuvette synclinale, on rencontre les calcaires francs du Muschelkalk, de grandes masses de cargneules, puis les calcaires,

Fig. 3. — Coupe de Bramans au petit Mont Cenis ($\frac{1}{80000}$).



Mêmes notations que pour Fig. 2.

les schistes calcaireux et enfin les quartzites de Bellecombe, eux-mêmes superposés aux calcaires phylliteux et cargneules qui s'appuient, en concordance, sur le massif cristallin du Petit Mont Cenis et d'Ambin. Comme M. Termier et comme M. Revil, qui m'y ont successivement accompagné, je rapporte ce massif au Permo-Houiller; les raisons en sont: l'identité avec la Vanoise, pour laquelle les arguments de M. Termier me paraissent irréfutables, la présence de galets dans les couches supérieures, l'intercalation de véritables quartzites feuilletés ou légèrement phylliteux, et le passage insensible avec parfaite concordance aux quartzites triasiques superposés (2).

Coupes parallèles. — Une coupe parallèle plus au nord, passant un peu au nord du col d'Aussois et au sud-ouest de l'hospice du Mont Cenis (pl. V, fig. 1) montre les mêmes plis, faciles à suivre dans l'intervalle, et également couchés vers l'ouest. La comparaison des deux coupes met en évidence: le rapide élargissement du premier

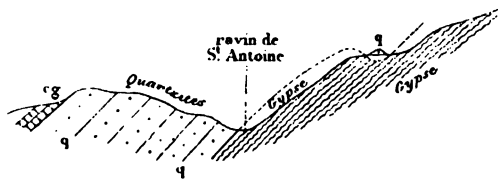
(1) L'hypothèse d'un pointement anticlinal est pourtant peu d'accord avec le fait que les schistes ne descendent pas jusqu'au fond de la vallée.

(2) Les schistes lustrés directement superposés à ces assises cristallines près du lac du Mont Cenis, créaient une sérieuse difficulté à cette interprétation, tant que ces schistes étaient considérés comme paléozoïques; s'ils sont au contraire triasiques, comme je le montrerai, leur présence devient un nouvel argument.

pli, le plus occidental, dans le massif de la Vanoise; l'accident local qui, sur les bords de la vallée de l'Arve, amène une exception momentanée à la constance de l'inclinaison des plis, et enfin plus à l'est, l'intercalation des schistes lustrés. J'ai fait figurer ces schistes dans des synclinaux, conformément à la solution dont je développerai les preuves; mais on pourrait là, également expliquer leur présence par des anticlinaux, et le développement des cargneules et des gypses, qui peuvent appartenir aussi bien à la base qu'au sommet de la série triasique, ne permet pas de trouver dans l'étude du Trias voisin un argument immédiat en faveur d'une solution plutôt que de l'autre.

Je donne enfin une troisième coupe parallèle, passant au sud par la crête des Sarrasins et le glacier d'Etache (pl. V, fig. 2); elle est moins importante pour mon but actuel, à cause de la prédominance des schistes lustrés, qui viennent brusquement s'interposer en un énorme massif de 12 kilomètres de largeur. J'indique seulement que, sur la carte, les ondulations des contours de ce massif, suivies avec soin sur le flanc de la vallée de l'Arve, font ressortir l'existence au moins probable de plusieurs plis successifs, tous inclinés vers l'est. Cette inclinaison est bien marquée, près de l'Arve, par un phénomène assez curieux, observable à l'est du ravin de Saint-Antoine. Ce ravin, presque en face de Modane, montre sur la rive gauche (fig. 4) les quartzites inclinés vers l'ouest, et sur la rive droite les

Fig. 4. — Coupe du ravin de Saint-Antoine.



q, quartzites; cg, cargneules.

gypses s'enfonçant sous les quartzites. Au milieu des gypses, on trouve un petit flot de quartzites, de quelques mètres de longueur, dont l'explication par le surgissement local d'un pli secondaire est tout à fait invraisemblable. Mais si l'on prolonge les quartzites avec leur même pendage, on voit qu'ils devaient passer par dessus les gypses, et il est tout naturel que, par suite des dissolutions, un lambeau de ces quartzites ait pu descendre verticalement, et être ainsi en partie protégé contre la dénudation superficielle.

Cette coupe du ravin de Saint-Antoine est encore intéressante à un autre point de vue. La bande de quartzites qu'elle figure se termine à quelques mètres, plus au sud, au milieu des cargneules; si l'on compare la coupe, à la coupe de l'autre rive, on voit qu'elle correspond au pli d'Amodon, qui, là, contient déjà du Permien en son centre et qui, plus loin, vers le nord, en s'étalant et en se compliquant de nombreux plis secondaires, correspond à toute la partie centrale du massif de la Vanoise. Presque tout le faisceau des plis décrits par M. Termier vient se terminer à cette pointe étroite *et n'a pas de continuation plus au sud*. J'aurai à revenir sur ce fait, qui se reproduit fréquemment, et qui me semble d'une importance capitale dans l'étude de la structure des Alpes.

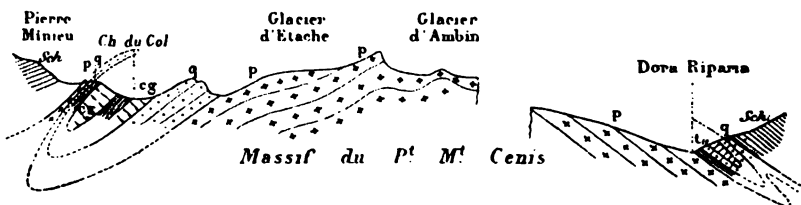
Versant italien. — J'ai vivement regretté de ne pouvoir suivre sur le versant italien la continuation de tous ces plis. Celui de Bellecombe et du M^t Cenis a été reconnu par MM. Zaccagna et Mattiolo jusqu'au dessus de Novalesa, sur la pente de Roche Melon; de là, il ne peut guère faire autrement d'après les directions des couches que de remonter au nord en embrassant le grand massif des roches vertes des vallées de Balme et de Stura, puis même plus loin tout le Grand Paradis; et comme les autres plis se continuent directement vers l'est, on peut dès maintenant prévoir que le Grand Paradis et le faisceau de plis qui lui correspondent *se ferment au sud sans continuation, comme le fait la Vanoise*. Je reviendrai plus loin sur cette question délicate, et encore controversable.

Ce même pli de Bellecombe descend au sud jusqu'à Savoulx, où j'ai pu voir nettement dans les quelques courses où nos collègues italiens ont bien voulu me guider, qu'il se contournait vers l'est jusqu'à Suse. La continuité exigerait alors qu'il se retournât plus loin vers le sud; je ne sais si cette hypothèse est fondée, ou si peut-être ce retournement n'a lieu que sous les alluvions de la plaine du Pô. Mais ce qui est certain, d'après l'étude des environs d'Oulx (voir le schéma, pl. VI), c'est que le pli de la vallée de la Doire, jusqu'à Suse et le pli de Bellecombe ne sont qu'un *seul et même pli*, très sinueux, entourant en demi-ellipse le massif du M^t Ambin (petit M^t Cenis), et sur ce parcours *ne se raccordant avec aucun autre pli*.

Que les schistes lustrés soient triasiques ou paléozoïques, la conclusion est la même, et ce pli sinueux est partout couché vers le massif cristallin qu'il entoure, c'est-à-dire *vers le pli qui lui fait suite du côté de l'Italie*. Une coupe dirigée vers le nord-ouest, d'Exilles à

Etache, montre (fig. 5) sur les deux côtés du massif cristallin, des plis couchés, l'un vers l'autre. L'extraordinaire ressemblance de la

Fig. 5. — Coupe du massif du Petit Mont Cenis, d'Etache à Exilles ($\frac{1}{80000}$)
(rencontrant deux fois les plis écrasés qui entourent le massif).



p, Permo-houiller ; q, quartzites ; cg, cargneules ; t., calc. triasique ;
sch., schistes lustrés.

structure si spéciale de ces deux plis serait un argument de plus pour n'y voir qu'un *seul et même pli, localement dévié en se renversant toujours sur le même synclinal*. Mais la continuité (continuité des schistes lustrés, continuité de la bande mince de quartzites et de la bande plus large des calcaires) suffit à écarter la possibilité de toute autre hypothèse. J'insiste sur ce point parce qu'il y a là certainement, entre Savoux et Suse, un pli du versant italien qui est couché vers le nord-ouest, c'est-à-dire vers la France, et qui semble ainsi constituer une exception à la règle énoncée. Partout ailleurs, sur le versant italien, les couches ont leur pendage général vers l'est, et par conséquent, les plis qui existent incontestablement sont couchés vers l'ouest. Il importe donc de remarquer que l'exception apparente est due à une sinuosité des lignes de plissement, et que la règle conserve sa généralité, si on la met sous la forme suivante : tous les plis, à l'est de la zone centrale (bande houillère) se renversent sur le synclinal qui leur fait suite du côté de l'Italie. Il y a là une remarquable analogie avec la règle que j'avais autrefois énoncée pour la Provence.

En résumé, dans toute la partie méridionale de la région étudiée, aussi bien sur le versant français que sur le versant italien, le pendage des couches qui, à l'est de la bande houillère, était uniformément vers l'est, change de sens et est uniformément vers l'ouest, passant seulement au nord-ouest ou au sud-ouest, ou même au nord ou au sud, quand les plis s'infléchissent autour de leur direction moyenne. Il n'y a qu'une exception peu importante, sur la rive droite de l'Arc, entre Bramans et Thermignon. Partout ailleurs les plis sont

rigoureusement *isoclinaux*, et le pendage moyen est beaucoup moins fort (les renversements, par conséquent, beaucoup plus accusés) que ne le sont les pendages inverses de l'autre côté de la bande houillère.

Coupe de Bonneval. — Au nord de la vallée de l'Arc, dans le massif de la Vanoise, les coupes de M. Termier montrent bien le renversement général vers l'est. On ne peut considérer comme une exception sérieuse le contournement des couches au glacier de Roselin (coupe n° 7, pl. IV) et à celui des Grands Couloirs (coupe n° 6, pl. III) ; les plis de la croix de Losa (coupe n° 12, pl. VI), qui d'ailleurs ne m'ont pas semblé tout à fait aussi compliqués, ne sont que la continuation de ceux que j'ai signalés (pl. V, fig. 1) plus au sud, et ils n'ont qu'une bien faible importance. Je connais sur la même ligne deux autres exceptions, à l'ouest du chemin de Thermignon au col de la Vanoise, près de Belle-Combe, et à l'est du même chemin, à la descente sur Entre-deux-Eaux ; dans ces deux points le Permien métamorphique est couché vers l'ouest sur le Trias. Ce n'est pas une nouvelle exception ; c'est simplement la continuation de l'accident de la Losa et du bord de la vallée de l'Arc. On peut dire, si l'on veut, qu'il y a là une zone indécise sur le bord de l'éventail, mais avec prépondérance très accentuée du déversement vers l'est. Nous retrouvons les mêmes phénomènes traduisibles par une formule analogue, sur l'autre bord de l'éventail, près de Moutiers.

Il ne serait pas possible d'enfermer dans cette formule le grand recouvrement, décrit et figuré par M. Termier au-dessus d'Entre-deux-Eaux (coupe n° 8, pl. IV, coupe n° 9, pl. V, et texte, p. 67, p. 109 et suivantes). Il y aurait là, incontestablement l'indice d'une énorme poussée vers l'ouest. Mais la coupe suppose que les schistes lustrés sont paléozoïques ; elle prend une tout autre signification s'ils sont triasiques, comme M. Termier et moi nous l'admettons aujourd'hui. Je discuterai la question dans la note qui suivra ce premier exposé.

A l'est de cette coupe, jusqu'à Bonneval, les schistes lustrés, d'abord à peu près horizontaux, sont régulièrement inclinés vers l'ouest ; il en est de même des bandes concordantes de calcaires triasiques et de cargneules qu'on y rencontre ; que ces bandes soient intercalées et contemporaines, qu'elles résultent de plis synclinaux ou anticlinaux, le résultat est toujours le même, les plis, quels qu'ils soient, sont de nouveau couchés vers l'est. Les environs de Bonneval méritent une mention spéciale, parce qu'ils nous montrent les mêmes mouvements s'étendant jusqu'aux gneiss du Grand-Paradis.

Gneiss du Grand-Paradis. — Les gneiss du Grand-Paradis sont des gneiss glanduleux, à grands cristaux de feldspath, qui atteignent la grosseur du poing. Ils ressemblent beaucoup à ceux du massif de l'Adula que j'ai pu visiter avec M. Heim. Comme eux, ils sont recouverts d'une mince enveloppe de micaschistes, qui n'est même pas continue, mais qui, là où elle existe, est, directement et en parfaite concordance, surmontée par des cargneules (Röthi dolomit) ou des calcaires triasiques. L'analogie se poursuit plus loin ; car à l'Adula comme à Bonneval, ces cargneules ou ces calcaires séparent le massif cristallin de schistes lustrés, semblables à ceux de notre région, quoique attribués là au Lias par M. Heim (1).

Même avant que la question des schistes lustrés ait reçu une solution définitive, il est impossible de ne pas remarquer que la situation de ces gneiss est *exactement la même* que celle des schistes cristallins du petit Mt Cenis, que comme eux, ils surgissent au milieu des mêmes couches (calcaires et cargneules), presque sur la prolongation des mêmes plis, en forme de dôme ellipsoïdal, et qu'ils sont, comme eux, recouverts en concordance par le Trias. Nous verrons de plus que, *si les schistes lustrés sont triasiques*, il existe, au voisinage, des micaschistes francs intercalés dans ces schistes lustrés, et par conséquent triasiques. En face de ces rapprochements et du *métamorphisme croissant des assises vers l'est*, en y ajoutant l'analogie que présentent déjà certaines assises permienes de Modane avec des gneiss glanduleux, il est au moins permis de se demander, si les gneiss du Grand-Paradis ne représentent pas un terme plus avancé du métamorphisme des assises permo-houillères. L'objection tirée de la structure cristalline de ces gneiss ne serait qu'une fin de non recevoir opposée, à priori et sans fondement, à toute modification des idées reçues sur la question ; et quant à celle qu'on voudrait tirer de la présence incontestable, dans d'autres zones alpines, dans la chaîne de Belledonne et près de Lugano, de gneiss et même de micaschistes antérieurs au Houiller qui les surmonte en discordance, j'y verrais, au contraire, un argument de plus en faveur de mon hypothèse. Car pourquoi, si l'on avait affaire sur les deux bords et au centre des Alpes à des roches cristallines du même âge, ces roches seraient-elles sur les bords discordantes avec le Houiller, et dans la partie centrale concordantes avec le Trias ?

(1) M. Heim a signalé en plusieurs points des fossiles liasiques (Bélemnites, Gryphées); j'avoue que l'analogie si complète avec la région française, jointe aux intercalations de quartzites, de cargneules et de gypse, me porte à croire qu'il y a là seulement des synclinaux de Lias pincés dans une masse de schistes triasiques.

Cette question est d'ailleurs indépendante de celle que j'examine en ce moment. Elle ne s'y rapporte que par un point : la concordance de ces assises avec le Trias ; sur ce point capital, quelques détails sont nécessaires.

Roches vertes et calcaires. — Les gneiss du Grand-Paradis entrent en France dans la haute vallée de l'Arc, jusqu'à Bonneval, et occupent tout le massif de la Levanna et de la zone frontière entre les cols de Caro et de Séa. Ils ont en général un pendage modéré vers l'ouest et s'enfoncent dans leur ensemble sous la zone de schistes lustrés qui embrasse à l'ouest les crêtes du Méan Martin, de l'Albaron et du Charbonnel. Cette faible inclinaison fait que leur affleurement s'enfonce très loin, en pointe étroite, dans la vallée, jusqu'au-delà de Bonneval. En aval, se développe une grande masse de roches vertes, principalement des serpentines, qui se montrent au même niveau sur les deux rives ; ces serpentines sont brusquement interrompues sur la rive droite, au-dessous du chalet des Roches, par un accident transversal ; mais sur la rive gauche, où elles reposent d'abord directement sur les gneiss, puis en sont plus loin séparées par quelques bancs calcaires et par une bande assez large de schistes lustrés, elles se continuent jusqu'au pied du glacier du Vallonnet ; de là, après une courte interruption due, sans doute, à la prolongation de l'accident signalé sur la rive droite, on peut les suivre tout autour de l'Ouille de Midi, où seulement, au lieu d'une masse compacte, elles forment une série de veines interstratifiées. En même temps, elles passent latéralement, là, comme partout dans cette zone des Alpes, à des schistes chloriteux et amphiboliques. On peut être tenté, à cause de la brusque cessation de ces roches sur la rive droite, d'y voir une masse intrusive ; mais il est certain pourtant que dans leur ensemble elles suivent et marquent la stratification.

C'est au-dessus de ces roches vertes que se trouve, au nord-est de Bessans, près des granges du Cueigne, un petit affleurement de calcaires, dont M. Zaccagna a donné la coupe ; les calcaires sont associés à une seconde bande moins importante de roches vertes (schistes chloriteux et amphiboliques, avec nids de pyrite cuivreuse). M. Zaccagna considère ces calcaires comme paléozoïques ; d'après leur aspect seul, je les rapporterais au Trias ; mais ils sont très cristallins et le doute serait permis en ce point.

En suivant au nord-est la direction de ces calcaires, ils disparaissent ou du moins je n'ai pas retrouvé leur continuation jusqu'aux fermes de *sur le Clos* ; on les voit de nouveau sur la rive

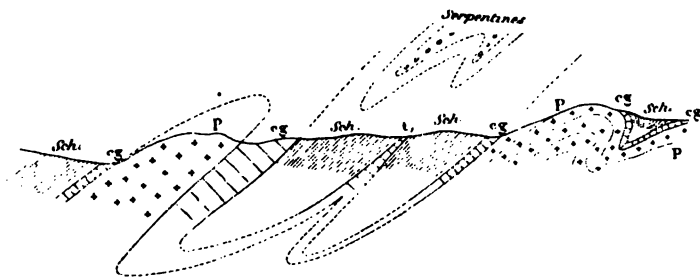
droite du vallon de la Lenta, puis ils se développent sur la rive gauche, ou plutôt là ils se transforment en cargneules, formant deux bandes, dont l'une s'appuie directement sur les gneiss, et dont l'autre, large de plusieurs centaines de mètres, en est séparée par une bande assez étroite de schistes micacés et de schistes lustrés. Il ne peut être douteux que ces cargneules ne soient triasiques, à moins de nier, même pour une région restreinte, la valeur de toute assimilation lithologique. M. Zaccagna, d'ailleurs, les attribue comme moi au Trias, mais il suppose qu'elles reposent en complète discordance sur leur substratum, plus ou moins cristallin. Or, j'ai suivi ces cargneules, ou les calcaires qui les remplacent latéralement, sur plus de 12 kilomètres de longueur, jusqu'à l'Aiguille de Gontière où ils se coincent et disparaissent; sur tout ce parcours, les deux bandes subsistent, et l'on peut toucher, en plus de dix points, le contact avec les gneiss ou avec les schistes qui les entourent. Partout, il y a parfait parallélisme et intercalation manifeste, d'autant plus significative que les assises sont presque horizontales. Aux Verdettes, il y a même trois bandes superposées; la première est directement sur le gneiss: la seconde, séparée par des micaschistes et des calcschistes, disparaît ou se réunit avec la première auprès de l'arête de Gontière, où les calcaires cristallins suivent en lambeaux discontinus le pied du versant occidental; la troisième, épaisse de 50 mètres environ, contenant des calcaires rubannés, par places fragmentés et contournés, et des cargneules très cristallines, souvent bréchoïdes, va finir en pointe dans les névés du ravin qui mène au col des Bouquetins. Au-dessus, le pied de l'Aiguille Rousse est formé par des schistes chloriteux et amphiboliques, alternant avec les schistes lustrés. Cet endroit, plus que tout autre, est probant pour l'intercalation; je trouve même sur mes notes l'indication d'un retour de gneiss, au-dessus du premier banc calcaire. Pour aider à se faire indiquer et à retrouver la place, je peux mentionner la tentative d'exploitation qui a eu lieu, là autrefois (à 2.800 mètres d'altitude) pour des plaquettes d'hématite, qui se trouvent en enduit sur la première masse calcaire ou entre ces bancs.

Je peux donc affirmer, parce qu'il y a là une simple question de fait, sans aucune part d'interprétation, que le calcaire est interstratifié. Il peut l'être, il est vrai, par suite d'un ou de plusieurs plis; c'est l'interprétation à laquelle je m'étais nécessairement arrêté quand je considérais les schistes lustrés comme paléozoïques; c'est toujours elle que je considère comme la plus vraisemblable.

En tout cas, les mêmes calcaires se retrouvent à peu près au même niveau, sur l'autre rive, quoique ne se montrant là qu'en affleurements discontinus : au haut du vallon et au pied de la pointe d'Audagne, contre l'accident transversal des Roches, et à l'ouest du Roc de Pareis. Les deux derniers en contact avec les gneiss, correspondent certainement au niveau inférieur de la rive droite ; pour les deux premiers, situés au dessus des serpentines, le raccordement est moins évident et ils peuvent correspondre, soit au niveau supérieur, soit au niveau intermédiaire.

Il n'en est pas moins vrai que les plis, s'ils existent, se retrouvent sur les deux rives ; que cette sorte de symétrie des deux versants et la régularité des pendages ne permettent pas d'avoir recours à une sinuosité ou à un rebroussement des plis, mais simplement à l'effet de l'érosion dans un grand pli couché, dont la direction générale est normale à celle de la vallée ; c'est-à-dire qu'on est mené immédiatement à l'hypothèse de plis d'une immense amplitude, de douze kilomètres environ de pénétration horizontale (exactement, la pente moyenne est de 5 0/0). Les calcaires triasiques occuperaient les centres de ces plis ; et il faudrait, pour chaque bande, un pli spécial, pénétrant ainsi de 12 kilomètres dans les terrains plus anciens, sans augmenter son ouverture à mesure qu'on s'éloigne de la charnière, et sans prendre nulle part, au moins pour la plus inférieure des trois bandes, une épaisseur supérieure à 50 mètres. C'est bien difficile à admettre. Au contraire tout devient relativement facile, si l'on admet que les deux bandes triasiques représentent, non pas le fond de deux plis distincts, mais les flancs d'un même grand pli (fig. 6). Il est vrai qu'alors, il faut mettre des schistes lustrés

Fig. 6. — Coupe probable du pli de Bonneval.



p, gneiss du G⁴ Paradis (Permo-Houiller métamorphique ?) ; cg, cargneules ;
t., calcaires.

au centre du pli, et par conséquent en admettre l'âge triasique. C'est toujours là qu'il faut revenir, si l'on ne veut pas enlever au Trias ces calcaires et ces cargneules, semblables absolument, au Trias typique et incontesté du voisinage, ou si l'on ne veut pas convenir qu'il reste à Bonneval une difficulté inexpliquée.

Entre les deux séries d'affleurements calcaires, sur la rive gauche, le long du vallon d'Audagne, on trouve une bande importante de micaschistes francs. On retrouve ces roches dans la moraine et dans la grande traînée d'éboulis qui descend de la pointe d'Albaron ; je les ai de plus observés en place au-dessus du glacier du Vallonet, au sud de l'Ouille de Midi, et sur la pente rocheuse qui descend des glaciers du Chalanson sur Avérole. Tous ces micaschistes sont intercalés dans les schistes lustrés ; leur discontinuité en direction, et les alternances manifestes qu'on observe au sud de l'Ouille de Midi, m'ont empêché jusqu'ici d'attribuer leur présence à un pli. Ce pli, si l'on pouvait en montrer l'existence, serait un anticlinal secondaire dans le centre du grand synclinal. Il n'y aurait là, rien d'impossible ; mais les faits paraissent plus favorables à une simple intercalation dans les schistes lustrés.

Sur la rive droite, sur le chemin du Mt Iseran, près de Piedmontet, on retrouve les gneiss du Grand-Paradis ; ils forment à l'est du chemin une grande lentille dont les bords sont en partie masqués par le Glaciaire (éboulis de la Cristallière). On doit là, supposer que c'est un pli anticlinal qui fait reparaitre les gneiss au milieu des schistes lustrés. Il est remarquable que là encore une petite bande de cargneules très mince suit, au nord, le contact de ces gneiss et des schistes lustrés. Ce fait semble donner une grande force à l'hypothèse du plissement.

S'il y a pli, ce pli est manifestement (à cause des gneiss entre lesquels il s'intercale), un *pli synclinal* probablement compliqué d'un pli secondaire médian qui expliquerait la troisième bande calcaire des Verdettes, et peut-être à la rigueur, l'intercalation des micaschistes.

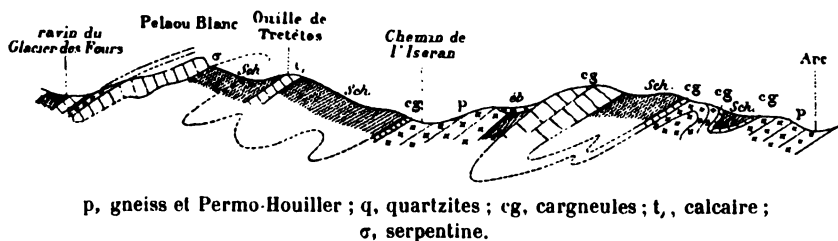
C'est précisément entre les deux bandes de cargneules, c'est-à-dire dans le centre de ce pli synclinal, que sont les serpentines et les roches vertes. Ces roches vertes étant, comme je l'ai dit, partout intercalées en concordance dans les schistes, il semble légitime de s'en servir ici comme horizon auxiliaire, et de penser qu'en les suivant, on suivra, au moins dans son ensemble, le dessin du pli. Or ces roches, très développées le long de la frontière, et tout le long du chemin du col du Lautaret, ont été marquées avec beau-

coup de soie sur le versant italien par MM. Zaccagna et Mattiolo. On voit sur leur carte qu'elles se prolongent en coin vers Suse, et qu'elles s'étendent avec un formidable développement, dans une direction à peu près est-ouest, entre le Grand-Paradis et la vallée de la Doire. La conclusion serait alors la suivante : le pli qui ramène les cargneules triasiques près de Bonneval, après s'être dirigé au sud et au sud-ouest, vers le centre du massif du Petit Mont Cenis, se retournerait vers l'est par une sorte de rebroussement, et engloberait entre ses deux branches toute la masse cristalline du Grand-Paradis. Ce pli viendrait ainsi s'embolter exactement dans la sinuosité décrite pour le pli de Bellecombe et de Savouls, c'est-à-dire pour le pli qui entoure le Petit Mont Cenis, et dans cette nouvelle sinuosité le Grand-Paradis occuperait précisément la même position que le Petit Mont Cenis dans celle du pli enveloppant. Le schéma des plis (pl. VI) fait bien comprendre cette disposition, qui sans doute a encore besoin d'être vérifiée, mais qui jetterait un grand jour sur la structure de cette partie des Alpes. Je reviendrai sur les conséquences importantes qu'il semblerait permis d'en tirer.

Le pli synclinal qui engloberait ainsi les calcaires et cargneules triasiques de Bonneval, aurait, si l'on rétablit les parties dénudées, une pénétration horizontale (pente moyenne de 50/0) de douze kilomètres, à moins de supposer, ce qui est possible, une sinuosité dans les lignes directrices en face de la vallée de l'Arc.

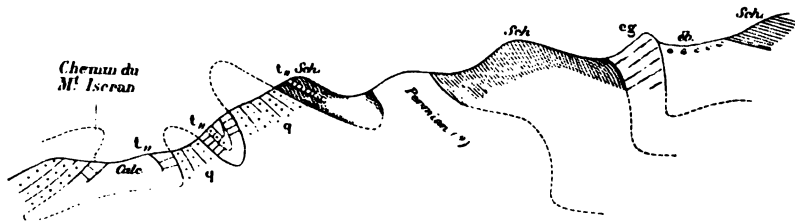
Résumé et sens du déversement. — Si maintenant après toutes ces discussions nous revenons au sens de couchement des plis, nous voyons que tous les plis, hypothétiques ou réels, sont couchés vers l'est. Un pli de moindre amplitude, mais nettement déversé, est magnifiquement marqué dans les gneiss (fig. 7), sur la rive droite de la vallée, à quelques centaines de mètres en amont de Bonneval.

Fig. 7. — Coupe de Bonneval au Pelaou-Blanc ($\frac{1}{80000}$).



La coupe (fig. 7), prise du Roc de Pareis au Pelaou-Blanc, résume cette structure, et montre de plus, à l'ouest, l'intercalation dans

Fig. 9. — Détail de la coupe au-dessus du chemin du col du Mont Iseran.



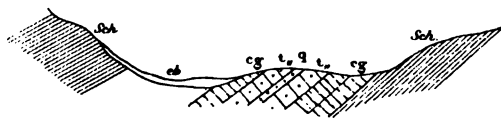
p, Permien; q, quartzites; t, calc. phylliteux; t, calc. compact; cg, cargneules.

(Légende commune aux figures 8 et 9).

La description détaillée de cette structure, avec toutes les preuves à l'appui, m'entraînerait beaucoup trop loin, et devra faire l'objet d'une note spéciale. Je me contente ici d'énoncer le résultat, et d'appeler l'attention sur quelques points, qui ont de l'importance pour les conclusions finales.

Dans la coupe 3 de la pl. V, la première bande calcaire, en amont des gorges, se continue en pointe jusqu'au col Pers (3015) et de là sans interruption, le plus souvent sous forme de cargneules, va rejoindre celle que j'ai signalée au nord-ouest de Bonneval (fig. 7). Au col Pers, les calcaires et cargneules très cristallins, sont compris entre les schistes lustrés de la zone frontière, contenant comme

Fig. 10. — Coupe du col de Pers.



q, quartzites; t, calc. cristallins; cg, cargneules; eb, éboulis.

près de Bonneval des intercalations de roches vertes et de micaschistes, et, de l'autre côté du col, les schistes lustrés, francs et typiques, du Mont Iseran. Or, au col même, au milieu des calcaires, nous avons trouvé, avec MM. Termier et Pierre Lory, un pointement de quartzites. Ce pointement démontre que la bande forme un pli anticlinal (fig. 10).

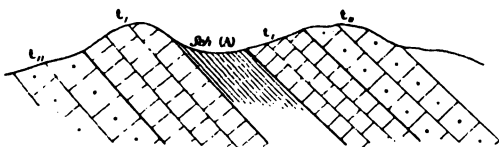
La même coupe de la pl. V (v. aussi, fig. 11 et 12) montre en aval, au milieu des gorges, une bande de schistes noirs intercalés dans les calcaires; de part et d'autre on trouve d'abord les calcaires francs, puis les calcaires phylliteux; d'après la succession reconnue des assises, ces schistes forment donc le centre d'un synclinal.

J'ajoute que le passage aux calcaires est insensible, et que l'aspect

Fig. 11. — Vue de la rive droite des gorges de l'Isère (gorges d'amont).



Fig. 12. — Coupe prise sur la rive gauche des mêmes gorges.



$t_{1,2}$, cal. phylliteux (Musch. inf^r) ; t_1 , calc. compacts (Musch. sup^r) ; sch. schistes.
— Les schistes A, marqués sur les fig. 11 et 12, sont, sur les deux rives, dans la continuation les uns des autres, et représentent une seule et même bande.

de ces schistes m'a engagé, sans succès d'ailleurs, à y chercher des fossiles du Lias. Or, cette bande synclinale traverse l'Isère, en s'élargissant et va former tout le versant ouest du Mont Iseran.

Le synclinal figuré au-dessous du Val d'Isère, à l'entrée de la seconde série de gorges, est formé par des cargneules régulièrement superposées à la masse des calcaires francs. Ces cargneules (avec gypses intercalés) s'élargissent sur la rive gauche, et toujours superposées normalement sur leurs deux bords aux calcaires francs, s'ouvrent en deux larges branches, qui, l'une par le pied de Bellegarde et du Charvet, l'autre par la Thouvrière et le col de la Leisse, vont embrasser l'énorme massif de schistes lustrés de la Sana ; je montrerai que ce massif est sur toute son étendue, et sauf quelques plissements locaux, *superposé aux cargneules*. De plus la seconde branche, où s'intercale au-dessus du lac de Tignes le petit pointement anticlinal de la Thouvrière, se bifurque elle-même sur les bords du lac ; tandis qu'une partie se dirige, comme je viens de le dire, vers le col de la Leisse, l'autre monte sans discontinuité au col du Palet, c'est-à-dire que *cette nouvelle bifurcation embrasse tout le massif de la Vanoise*.

Ce dernier résultat n'est pas tout à fait d'accord avec la description de M. Termier qui signale au col du Palet des marbres phylliteux, et sur le chemin de la descente au lac, d'autres marbres phylliteux et un lambeau de quartzites (p. 108). M. Termier en conclut que les gypses et les cargneules du Palet appartiennent au Muschelkalk

inférieur, tandis que j'en fais du Trias supérieur. C'est évidemment un point à revoir; mais, même s'il y a là des accidents secondaires, la continuité avec une coupe très nette (celle de la Thouvière) qui ne m'a paru susceptible que d'une seule interprétation, me semble toujours devoir emporter la balance. Il ne faut pas oublier que les gypses, comme l'a montré M. Termier, pour la dent de Villard et comme je l'ai vérifié en beaucoup d'autres points, sont susceptibles de s'étendre à l'étage moyen des calcaires francs, et que par conséquent un pointement local de calcaires phylliteux, ou même de quartzites, n'exclut pas dans la bande la présence du Trias supérieur. J'ajouterai que, bien que les quartzites se trouvent aussi mentionnés sur mes premières notes, je n'ai pu cette année les retrouver, et je suppose que je les aurai confondus, dans un passage un peu rapide, avec des roches quarziteuses verdâtres bien différentes, qui sont intercalées dans les gypses.

La conclusion à laquelle j'arrive et qui me paraît inévitable pour *quiconque vient de l'est*, ne serait pas tout à fait inconciliable, mais pourtant s'accorderait mal, avec les plis multiples que suppose M. Termier sur les flancs de la grande et de la petite Balme. Il m'a semblé, et je crois que M. Termier, après une nouvelle course partage cette opinion, que ces plis ne sont pas nécessaires; ils étaient introduits pour expliquer l'intercalation de calcaires compacts dans les marbres phylliteux; mais ces calcaires ne sont pas identiques aux calcaires francs typiques du Muschelkalk supérieur, et je les crois, là, contemporains des marbres phylliteux.

Cette petite discussion me permet de maintenir le résultat énoncé plus haut : le massif de la Vanoise se dresse tout d'un coup au milieu d'un synclinal de Trias supérieur, sous la forme d'un dôme simple et ellipsoïdal, qui, plus loin au sud, se creuse rapidement d'une série de plis importants. Mais ces plis, pas plus qu'au sud, où nous les avons vus se terminer près de Modane, n'ont de continuation au nord, du côté de Val d'Isère. C'est une *lentille de plissements* qui vient s'interposer dans le réseau des lignes directrices, momentanément écartées pour lui faire place.

ÉLARGISSEMENT VERS LE NORD DE LA ZONE DE L'ÉVENTAIL CENTRAL.

Il résulte des descriptions précédentes que, sauf les deux exceptions possibles à discuter ou à revoir, d'Entre-deux-Eaux et de Suse, et sauf quelques froissements secondaires, tous les plis à l'est d'une

zone qui comprend en Maurienne la bande houillère et en Tarentaise les massifs de l'Aiguille du Midi, du Mont Pourri et de la Grande-Sassière, *sont uniformément couchés vers l'Italie*. Il faut voir maintenant si ces massifs situés plus à l'ouest, ou plus au nord-ouest, obéissent encore en tout ou en partie, à la même loi.

Les conclusions auxquelles cette étude m'a conduit peuvent se résumer ainsi : le massif de la Grande-Sassière occupe une position spéciale, analogue à celle du Mont Jovet, et qui sera examinée dans la discussion de l'âge des schistes lustrés. Les massifs de l'Aiguille du Midi et du Mont Pourri, forment comme la Vanoise, une grande lentille interposée dans le réseau des plis. La position en est plus difficile à reconnaître, parce que dans cette partie où *les plis sont sinueux* (v. plus haut, ou voir le schéma, pl. VI), cette lentille en embrasse les sinuosités et dessine ainsi un vaste croissant ouvert vers la haute vallée de l'Isère et vers l'Italie. Dès qu'on a pu suivre la continuité d'une partie des plis, cette disposition s'accuse avec évidence, et dans ce premier cadre, on voit se grouper simplement toutes les observations de détail.

Dans ce massif, *les plis ne sont pas couchés dans un sens uniforme*, la plupart, il est vrai, le sont vers l'Italie comme ceux que je viens de décrire ; mais un certain nombre le sont en sens inverse, ou du moins pour quelques-uns, *l'inclinaison change de sens le long d'un même pli*. C'est ce dernier point que j'ai été le plus long à reconnaître ; mais il me semble maintenant hors de doute.

Massifs de l'Aiguille du Midi et du Mt Pourri.— Ces massifs figurent jusqu'ici sur toute les cartes comme composés de schistes cristallins. Ils sont pourtant presque partout formés de Permien et de Houiller très francs (schistes luisants, gris, verts et rouges et grès micacés), alternant, il est vrai, avec quelques micaschistes (quartzites phylliteux), et prenant seulement un faciès plus métamorphique à l'est, dans la région que traverse la route de Bourg St-Maurice à Tignes ; or là, précisément ces couches métamorphiques sont intercalées entre le Houiller avec anthracite et le Trias normal. D'ailleurs, tous ces schistes sont la continuation ininterrompue de ceux de la vallée de Champagny dont les coupes de M. Termier ont définitivement démontré l'âge permo-houiller. Il est bon de remarquer que ces deux massifs surgissent dans un synclinal *plus occidental* que celui de la Vanoise, et que par conséquent il est conforme à la règle énoncée d'y trouver le métamorphisme moins accentué que dans ce dernier massif.

L'Aiguille du Midi ne peut d'ailleurs se séparer que théoriquement de la Vanoise ; à l'est les deux massifs sont séparés par l'ensemble

des synclinaux du col du Palet et du col de Plan-Séry; mais ces synclinaux vont se perdre dans la masse des assises métamorphiques, et malgré la réapparition des calcaires sous le glacier du Cul de Nant et sous la pointe 2523 du Berqui-Rouge, il est difficile d'en préciser plus loin la trace. Je suppose que tandis que celui du Palet irait, comme l'a indiqué sous réserves M. Termier, rejoindre le pointement de la Becca Motte, et de là les gypses du Planay (1), le synclinal nord irait rejoindre, au-dessus de Champagny-le-Bois, la bande triasique du col de Frette, pour se diriger de là, vers le gypse de l'église de Champagny. On arrive ainsi, mais cette fois, il est vrai, avec une part sérieuse d'hypothèse, à retrouver là, la reproduction de la structure indiquée pour la Vanoise, la bifurcation de synclinaux (2) qui se rejoignent de nouveau après avoir embrassé un massif anticlinal limité. Ici l'interprétation peut se contester, parce qu'une des branches du synclinal a été sur un parcours de 5 kilomètres vidée de son remplissage triasique; mais elle devient très probable, parce qu'au nord l'observation permet de constater directement ce mode de division (ou de convergence) des mêmes synclinaux: les deux premiers, celui du col de la grande Forelaz et celui du col de Frette, vont se réunir à Rosset au-dessus de Peisey, et le troisième, celui du Plan Sery, ne va les rejoindre que dans le ravin de la Sachette, au nord-ouest de Tignes. C'est ce que montre le schéma (pl. VI).

Mon but n'est pas de décrire ici complètement ces deux grands massifs; je ne suis d'ailleurs pas encore arrivé à y coordonner les zones ou les lentilles micaschisteuses, et je n'en ai pas visité les hauts sommets, dont il faut malheureusement d'ailleurs attendre peu de résultats, à cause du manque d'horizons précis ou bien connus, dans la masse des schistes permo-houillers métamorphiques (3). Mais les flancs des montagnes, que j'ai parcourus ou traversés en plusieurs points jusqu'aux cotes 2800 et 3000, suffisent à bien fixer

(1) V. la description de M. Termier. Il y a évidemment ici un peu d'indécision; je suis porté à prolonger le synclinal de Becca-Motte un peu plus au nord que ne le fait M. Termier.

(2) Cette bifurcation près de Champagny a été déjà très nettement indiquée par M. Termier (p. 103).

(3) M. Pierre Lory, qui a fait cette année l'ascension du Pourri par la crête de la Sache (grande Parei) m'a écrit à ce sujet: « La constitution des arêtes est en somme très monotone; car, malgré la variété d'aspect des couches, il est visible que, à l'exception peut-être d'une ou deux bandes (schistes houillers? et quartzites triasiques?) on a constamment affaire à un même ensemble dans lequel alternent simplement divers types de roches métamorphiques. »

l'allure des plis. C'est naturellement au contact du Trias (toujours concordant) qu'il faut chercher les renseignements les plus précis ; ils peuvent se résumer ainsi : en partant du point où s'ouvre la lentille au sud-ouest, dans la vallée du Doron de Champagny, tous les plis sont couchés vers l'Italie, sans renversements importants ; à l'endroit où la direction des plis commence à tourner vers l'est, en approchant du sommet du croissant, l'inclinaison change de sens et le Permien, près des anciennes mines, se couche sur le Trias de Peisey ; au sommet même du croissant (Grand Col du Pourri, près des Aiguilles Rouges), l'inclinaison reprend son sens normal. Mais dans la vallée de l'Isère, on retrouve de nouveau des renversements vers le nord-est, c'est-à-dire vers le côté français ; enfin, à partir des Brévières, en aval de Tignes, en même temps que la lentille se rétrécit et se referme, les plis se relèvent et ceux du pied de la Grande-Sassière se couchent définitivement vers le sud et vers le sud-ouest, c'est-à-dire vers le côté italien.

Le schéma (pl. VI) rend compte de ces variations ; il montre également que les plis du bord intérieur, au sud du Mont Pourri (col de la Sache), se couchent aussi momentanément vers la France.

Cette variabilité qui se manifeste à la fois dans la direction et dans l'inclinaison des plis crée, pour l'étude de la région, une très grande difficulté. Je ne suis pas arrivé sur place, pendant mes tournées, à trouver une loi qui relie ces différents changements ou qui les mette en rapport avec la direction des plis. Cette loi pourtant me semble aujourd'hui se dégager de la comparaison des coupes ; avant de l'avoir vérifiée par une nouvelle étude sur le terrain, je ne puis la donner qu'à titre d'hypothèse ; elle se résumerait ainsi :

Les plis en forme de croissant de la lentille anticlinale de l'Aiguille du Midi et du Mont Pourri sont couchés vers l'intérieur du croissant (côté italien), *sauf dans la partie qui avoisine le centre du croissant* ; mais là même le changement de sens de la poussée ne s'est fait sentir que dans la profondeur, et près des sommets, les parties des plis non dénudées se montrent encore couchées vers l'Italie.

Pour préciser l'idée qui résulte de ces indications sur la structure du M^t Pourri, je donne deux coupes (avec pointillés hypothétiques), l'une N.-S., suivant l'arête même du M^t Pourri, faite d'après mes propres observations et d'après les notes que M. P. Lory m'a transmises sur son ascension ; la seconde de l'est à l'ouest. L'une et l'autre rencontrent les mêmes plis, et les rencontrent même *deux fois*, par suite de leur direction sinueuse ; ces deux coupes (fig. 13

et 14), montrent, si on les rapproche du schéma des plis, comment je comprends le raccordement des différentes parties, et comment le sens du renversement peut dépendre là du degré de dénudation.

Fig. 13. — Coupe du Mont Pourri du nord au sud, suivant l'arête ($\frac{1}{80000}$)

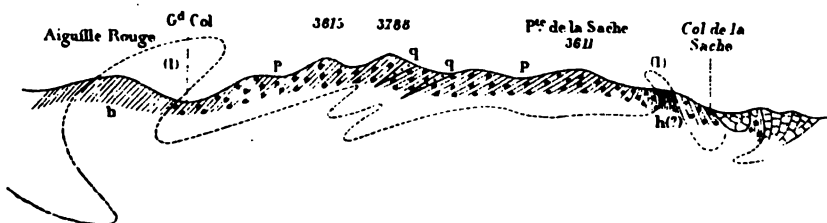
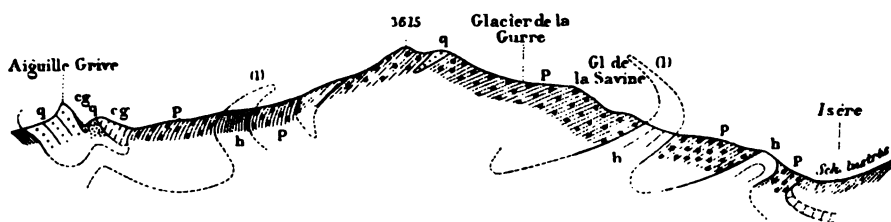


Fig. 14. — Coupe du Mont Pourri de l'est à l'ouest ($\frac{1}{80000}$)



h, Houiller ; p, Permien et Permo-Houiller métamorphique ; q, quartzite ; cg, cargneules.

Le pli marqué (1) n'est dans ces deux coupes qu'un même pli sinueux, rencontré deux fois par la seconde ligne de coupe.

Les plis de la vallée de l'Isère, sur le versant est du M^t Pourri, sont très nombreux et très difficiles à suivre, à cause de l'incertitude des horizons du Permo-Houiller et à cause de la disparition momentanée du Trias, entre le Bioley et les Brévières. Je crois pourtant pouvoir maintenant affirmer que le large golfe de quartzites qui s'avance au sud vers les Granges-Martin correspond à la petite lèche de calcaires qui vient se coincer dans le talus de la route de Tignes au-dessous du Franier, et que c'est là l'aboutissement du synclinal qui entoure le M^t Pourri. Un peu au nord, dans le vallon de la Sachette, l'énorme massif du M^t Pourri se termine en pointe dans les cargneules de la rive droite (continuation de celles de l'Aiguille percée). La lentille ouverte dans la vallée du Doron de Champagny vient se refermer là, de la même manière que la lentille ouverte à Modane autour du massif de la Vanoise vient se refermer

au lac de Tignes, et il est assez remarquable que dans les deux cas cette convergence des deux branches du synclinal soit marquée par un développement exceptionnel des cargneules. L'existence d'un *noyau anticlinal amygdaloïde* était peut-être ici plus difficile à démêler qu'à la Vanoise, à cause de la plus grande sinuosité des plis et du manque de continuité dans les bandes périphériques de cargneules; mais, une fois les contours tracés, elle apparaît avec une égale certitude, et il est également certain qu'aucun des plis du massif ne se continue en dehors de ses limites. Une fois d'ailleurs, le noyau fermé, le pli qui l'enveloppait et ceux qui l'accompagnent vers l'est, recommencent à se coucher régulièrement du côté du sud et du sud-est, c'est-à-dire du côté du versant italien.

BANDE HOUILLÈRE

La bande suivante, ou bande houillère, a une structure plus uniforme, présentant partout le type de l'éventail bien accusé; mais elle mérite une attention particulière parce que ce pli en éventail, à partir de Brides-les-Bains, *s'ouvre autour d'une amygdale synclinale, qui forme le M^e Jovet*, et plus loin, à partir de Sainte-Foy, s'ouvre de la même manière, autour d'une seconde amande analogue, *qui forme la Grande-Sassière*; cette structure, ainsi que la comparaison de ces deux amandes semblables et semblablement placées, sont d'une importance capitale pour la question de l'âge des schistes lustrés.

Je dirai immédiatement que, comme nous l'avons vu sur le côté oriental, il existe à l'ouest de cette bande, une petite zone dans laquelle, au moins de Moutiers à Aime, il y a encore indécision dans le sens du renversement. L'étude n'en est pas tout à fait terminée; je me contente donc de signaler ce pli anticlinal, qui, partant du pied du Niélard, fait surgir le Houiller près de Villarly et de Fontaine, puis, rejeté par une faille transversale jusqu'à Villard-Lurin, se continue par Montfort, Notre-Dame-du-Pré et les Esserts jusqu'à Granier au-dessus d'Aime. Le fait, que sur le flanc oriental de ce pli il semble y avoir quelques renversements vers l'est, c'est-à-dire en sens inverse de ceux qui leur succèdent dans les plis voisins, n'empêche pas la généralité de la règle connue depuis longtemps, et admise au début de cette étude, à savoir que

les plis à l'ouest de la bande houillère se déversent vers la France (1).

J'ajouterai aussi que les plis serrés d'Hautecour, au nord de Moutiers, n'ont à mes yeux aucune continuation au sud, et qu'ils forment une *amande isolée* au milieu d'un synclinal liasique. Ce n'est pas le lieu d'en développer les preuves; mais je tiens à attirer, par ce nouveau trait, l'attention sur la généralité de ce phénomène *amygdalaire*, qui joue un rôle essentiel dans la structure de cette partie des Alpes (2).

Je reviens à la bande houillère, qui, depuis Modane, avec une épaisseur à peu près uniforme, se dirige du sud au nord vers Bozel et vers Brides. En face de cette bande, le Houiller forme jusqu'à une hauteur variable le côté droit de la vallée, mais ne monte pas sur les sommets. A l'ouest seulement, et à l'est, il fait effort pour s'avancer vers le nord; d'un côté, il trouve passage au-dessus d'Hauteville et de Notre-Dame des Prés, où il forme une bande très étroite, mais continue; sous le mont des Arrhets, il n'y a plus qu'un peu de Permien (quartzites phylliteux), entre deux masses de gypse; mais la bande, sans jamais disparaître, s'élargit au-dessus de Mongesin et va sans doute rejoindre (3) celle dont j'ai parlé tout à l'heure, et dont j'ai indiqué le trajet de Villard Lurin à Longefoy; les deux réunies formeraient alors la grande bande d'Aime et de Bourg-Saint-Maurice.

Du côté de l'est, le Houiller s'avance en plusieurs indentations (vallée de Bozel, chemin de la Forclaz, grand ravin du Cray au nord de Champagny, indiqué par M. Termier, p. 103). Il ne s'avance plus loin que sous forme de Permien, à l'ouest du chemin du col de la Frette jusqu'au Rosset, à la hauteur des mines de Peisey, et surtout à l'est de ce même chemin, en se confondant alors avec l'anticlinal déjà décrit du bord du massif de l'Aiguille du Midi et du M^t Pourri. Toutes ces indentations indiquent une série d'anticlinaux, tous couchés vers l'est, mais ne se prolongeant pas très loin, ou au moins difficiles à suivre au-delà de la disparition du Houiller.

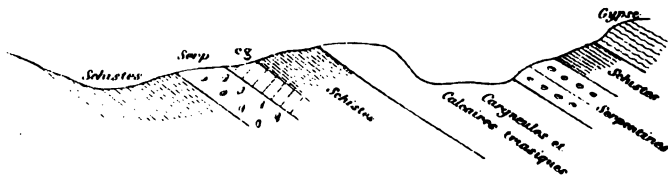
(1) Pas plus que les exceptions *locales* du bord oriental du M^t Blanc et de la chaîne de Belledonne, exceptions qui déterminent la structure en éventail d'une partie de ces massifs, et auxquelles je crois qu'on a attaché une trop grande importance.

(2) A ce point de vue, l'exemple le plus typique à citer serait celui du M^t Blanc, qui, malgré sa masse énorme, se dresse, sans qu'aucun pli le prolonge plus au sud, au milieu d'un synclinal liasique au nord des Mottets.

(3) Il reste là encore une petite partie inexplorée, et je ne puis indiquer cette jonction que comme probable.

Entre cette série d'anticlinaux et la bande houillère de l'ouest, se dresse le M^t Jovet. M. Zaccagna, qui dit lui-même n'avoir pu consacrer avec M. Mattiolo qu'un temps très limité à l'étude de cette région, beaucoup plus compliquée en réalité qu'elle ne le semble, a attribué le M^t Jovet aux schistes lustrés paléozoïques qui perceraient en grand flot discordant au milieu du Trias. Cette attribution ne peut s'expliquer que par la rapidité forcée de la visite de nos confrères italiens, et peut-être un peu, par l'idée préconçue que les roches vertes (*pietre verde*) dont un affleurement intéressant est connu depuis longtemps autour du M^t Jovet, appartiennent nécessairement à la série paléozoïque. En réalité, il suffit de parcourir les pentes du M^t Jovet pour se convaincre, *sans ambiguïté possible*, que le Trias qui entoure la montagne passe bien partout au-dessous des schistes du sommet, au lieu de buter contre eux, comme le suppose M. Zaccagna. C'est d'abord, je l'avoue, surtout une impression d'ensemble, car le contact avec des gypses et des cargneules peut rarement se trouver découvert; j'ai pourtant réussi à trouver au pied du Roc des Verdons, un point où les schistes, précisément dans la partie où ils sont le plus cristallins, alternent avec les cargneules et les calcaires triasiques (fig. 15). Quant aux roches vertes (serpentes et euphotides) je ne les ai vues nulle part inter-

Fig. 15. — Coupe de détail à l'est du Mont Jovet (Roc des Verdons).



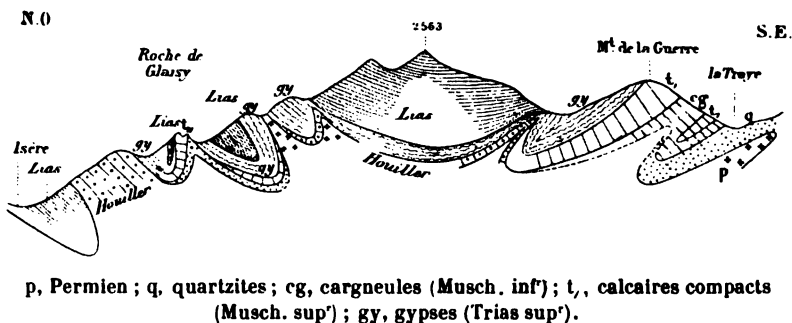
calées dans les schistes, mais seulement dans les calcaires phylliteux du Trias.

D'ailleurs, en dehors de ces raisons, les schistes du M^t Jovet, assez fortement métamorphiques à l'est, présentent du côté de l'ouest un aspect lithologique facilement reconnaissable; cet aspect est celui du Lias à Bélemnites du Niéard et des environs de Moutiers; c'est ce que M. Potier m'avait déjà dit il y a longtemps, et cette année, en visitant ce versant avec M. Kilian, l'assimilation nous a paru tout à fait certaine; auprès du nouveau chalet du Club alpin, on a exploité de grandes dalles calcaires identiques à celles du Col du Golet, qui sont remplies de Bélemnites. Nous n'avons pas, il est

vrai, trouvé de Bélémnites; mais j'ai trouvé à la base, près des chalets de Combelouve, la brèche du Télégraphe qui est un horizon précieux dans toute la région, et dont M. Kilian a péremptoirement démontré l'âge liasique (Lias inférieur). J'ajouterai, en dernier lieu, que les entonnoirs qui abondent sur la crête de Combelouve suffiraient à démontrer l'existence d'un substratum gypseux.

Le Lias du M^t Jovet forme une masse à peu près circulaire, de 5 kilomètres de diamètre, autour de laquelle s'écartent et s'in-

Fig. 16. — Coupe d'ensemble du Mont Jovet, de l'est à l'ouest ($\frac{1}{100000}$).



curvent les différents plis. La coupe (fig. 16), prise de l'est à l'ouest à travers le massif, montre ces plis déjetés, d'un côté vers l'ouest et de l'autre vers l'est. Le Lias du M^t Jovet est un chapeau placé sur le sommet de l'éventail. Les assises sont presque horizontales, mais froissées et plissotées à l'infini; le métamorphisme, assez marqué dans les assises inférieures (qui pourraient peut-être encore être rapportées au Trias), monte à l'est assez haut dans la série, mais est presque nul dans les sommets de l'ouest et du sud-ouest; c'est là, comme je l'ai dit, le Lias typique des coupes voisines. Ce froissement extrême des assises horizontales du sommet de l'éventail est assez difficile à expliquer, et devra certainement entrer en ligne de compte si jamais on peut tenter une théorie rationnelle de la structure en éventail.

Si l'on prend la coupe du M^t Jovet du nord au sud, entre Aime sur l'Isère, et Brives sur le Doron, on trouve une coupe à peu près semblable à la précédente: le Houiller dans les deux vallées, séparé par une série triasique, plus ou moins complète et plus ou moins développée, du Lias du sommet; mais on rencontre là une nouvelle difficulté, qui fait prévoir que la coupe est pro-

bablement plus compliquée qu'elle ne semble : au-dessus des gypses et des cargneules de Paa Jourdan, à l'est du grand ravin, on trouve, vers la base des schistes, des calcaires phylliteux, tout pénétrés de serpentine qui s'y intercale en minces filets parallèles à la stratification. En suivant cette bande étroite du côté de l'ouest, on ne trouve plus que de la serpentine, avec quelques blocs d'euphotide (non vus en place); cette serpentine forme une série de collines jusqu'au mont des Arrhets, et se trouve alors, sans association de marbres phylliteux, interposée entre les gypses et le Lias. Les gypses, par continuité avec les coupes de Moutiers, semblent bien appartenir au Trias supérieur; les calcaires phylliteux, au contraire, sont toujours dans la région à la base du Trias moyen. Il y a donc là indication d'un *pli écrasé*, comme le montre la figure 17; c'est ainsi que j'avais noté la coupe avec M. Kilian. Cette indication

Fig. 17. — Coupe de la pente nord du Mont Jovet.

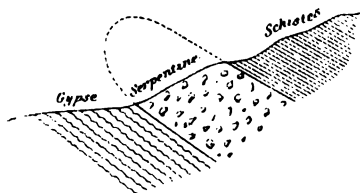
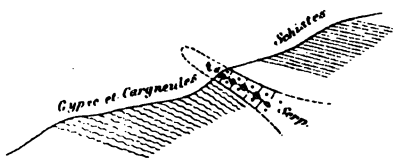


Fig. 18. — Coupe de la pente ouest du Mont Jovet.



En 1., calcaires phylliteux injectés de serpentine.

demande à être vérifiée par de nouvelles recherches; si elle est exacte, la disparition des calcaires phylliteux à l'ouest, porte à conclure que les serpentines en occupent la place, et que leur affleurement marque la continuation du même pli anticlinal (fig. 18).

Sur le versant sud, les serpentines font défaut; mais comme là, on trouve encore (au Grand Rey et sur la pente sud du sommet 2419) de nombreux blocs de roches vertes (schistes chloriteux très quartzeux), je considère comme très probable que ce pli entoure complètement le Mt Jovet. Le Mt Jovet serait un *noyau synclinal ouvert entre les deux branches étirées d'un même pli anticlinal*; ce serait la contre-partie du phénomène signalé à la Vanoise et au Mont Pourri. Ici la conclusion reste, jusqu'à nouvel ordre, hypothétique; mais nous la retrouverons avec plus de certitude à la Grande-Sassière. Ce phénomène d'écrasement des plis *autour des noyaux*, ou plus généralement dans toutes les parties très sinueuses

NOU

(donnant lieu à des demi-noyaux), est celui que j'aurai à invoquer pour expliquer ultérieurement les coupes qui avaient d'abord entraîné ma conviction au sujet de l'âge paléozoïque des schistes lustrés.

Il est remarquable que le synclinal élargi du Mt Jovet soit, sur presque tout son pourtour, entouré d'une ceinture de roches vertes (serpentine et euphotide), qui rappelle sur une moindre échelle la ceinture semblable du Grand-Paradis, et que nous retrouverons, également avec un développement limité, autour de la Grande-Sassière. Le Grand-Paradis, comme je l'ai dit, est très probablement un massif anticlinal ouvert en forme de noyau, au milieu d'un synclinal; la Grande-Sassière, comme nous le verrons tout à l'heure, est une amande synclinale ouverte au milieu d'un anticlinal. La forme très analogue du Mt Jovet, et cette coïncidence curieuse, quoique tout à fait inexplicquée, d'une ceinture de roches vertes, créent à mes yeux de nouvelles présomptions en faveur de la structure indiquée plus haut; j'espère, dans les courses de cette année, pouvoir élucider la question.

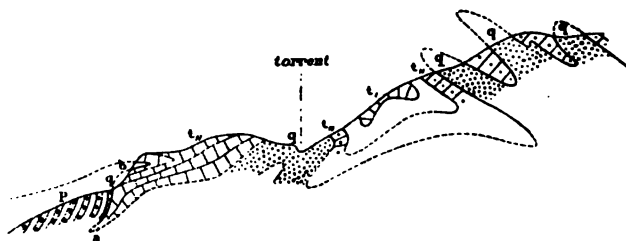
Le synclinal élargi du Mt Jovet se continue en se rétrécissant progressivement jusqu'au-dessus de Peisey, où il est rejoint par le synclinal déjà mentionné du col de Frette; il se dirige de là vers les mines de Peisey, où, comme je l'ai expliqué, il est surplombé par le Permo-Houiller de l'Aiguille du Midi; il continue au nord du Mt Pourri (1), jalonné jusqu'au-dessus de Villaroger par l'affleurement continu du Trias (gypses, cargneules et quartzites très développés). Là, la vallée de l'Isère a entamé les roches profondément au-dessous du fond de la cuvette triasique; mais le Trias reparait juste en face, à l'ouest de la pointe de la Foglietta. L'aspect en est un peu modifié: au-dessus des quartzites, dont l'épaisseur est très inégale, sans nul doute à cause des étièvements, on trouve soit les calcaires ordinaires, soit des schistes noirs, alternant avec des dalles de marbre chloriteux. Plus haut des lentilles de calcaires francs sont transformés, notamment au petit col qui est au S.-O. de la Foglietta, et plus loin près du passage du Rocher Blanc, en marbres blancs, à grandes lamelles de mica blanc, ressemblant à des cipolins. Au-dessus de cette série un petit piton isolé, au nord-ouest des châlets du Plan, est formé de *véritables schistes lustrés*.

Les contournements sont tout à fait extraordinaires dans la crête

(1) Le synclinal est dans cette partie, et probablement d'une manière continue, à partir de la réunion avec le synclinal du col de Frette, formé de deux synclinaux séparés par un anticlinal secondaire.

qui surmonte le hameau de l'Echaillon ; ils arrivent à créer une véritable alternance, on pourrait presque dire un magma de quartzites et de calcaires, qui semble d'abord impossible à expliquer sans une réelle interstratification. La coupe suivante (fig. 19) néces-

Fig. 19. — Coupe des rochers près de la cascade du ravin du Plan.



p, Permo-houiller ; q, quartzites ; t, calc. phylliteux ; t_c, cal. compacts.

sairement un peu schématisée à cause de la difficulté de se maintenir perpendiculairement aux plis, en donnera une idée ; on voit qu'on est là, dans la zone où il y a indécision et alternance dans le sens du renversement.

C'est d'ailleurs ce qui ressort également de l'étude des schistes cristallins permo-houillers qui s'étendent du Plan jusqu'au Col du Mont. On y rencontre d'abord, au-dessus du Plan, un synclinal secondaire de Trias, couché vers le nord, qui va passer au Col du Lac Noir (1). Plus loin au nord, sous la pointe de la Foglietta et sous le glacier de l'Argentièrre, on trouve des schistes noirs certainement houillers, avec un poudingue métamorphique semblable à celui de Modane. Au col du Mont, les assises métamorphiques, probablement permienes, plongent des deux côtés sous du Houiller franc. La coupe (pl. V, fig. 4) fait comprendre cette allure des couches le long de la frontière, entre le Col du Mont et le Col du Rocher Blanc. Il est vraiment étonnant que sur toutes les cartes antérieures, on ait introduit là une pointe de schistes cristallins, dans la partie où le faciès houiller est le plus nettement conservé, et qu'on ait au con-

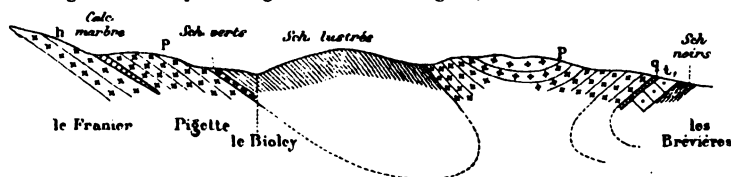
(1) Je n'ai exploré du versant Italien que le chemin même qui descend dans le Val Grisanche, et de là à Arvier, dans la vallée d'Aoste ; mais une carte de M. Baret, pleine de renseignements et de détails précieux, semblerait montrer que ce synclinal secondaire se contourne vers le nord, et qu'il laisse ainsi se développer entre lui et le synclinal du Plan, une voûte anticlinale formée de Permo-houiller très métamorphique, et occupant avec le Val Grisanche tout le massif de l'Invergnan.

traire, malgré l'invraisemblance des contours, figuré une sorte de golfe houiller à la place où les assises permienues métamorphiques ont précisément un aspect plus gneissique. En réalité, le Permo-Houiller continue à suivre sans interruption notre synclinal triasique et, sauf les petites intercalations amenées par les synclinaux intermédiaires, il s'étend à l'est jusqu'au Val de Rhème.

Au Plan, la bande triasique de la coupe (fig. 19) se bifurque et entoure la Grande-Sassière. L'anticlinal médian de cette bande reste marqué jusqu'au-dessus du Val Grisanche par une série de pointements de quartzites. Du côté de l'Isère, il est aussi jalonné par une série de pointements de schistes houillers et de Permo-Houiller métamorphique.

Les deux premiers sont au milieu des cargneules qui descendent du Fenil au Chatelard; on les retrouve sur la route de Tignes (fig. 20), d'où les mêmes assises continuent au pied du Mt Pourri, traversent de nouveau la route au-dessous de Brévières, et

Fig. 20. — Coupe le long de la route de Tignes, en aval des Brévières.



h, Houiller; p, Permien ou Permo-Houiller; q, quartzites; t, calcaire.

vont plus loin disparaître sous les quartzites triasiques du pied de la Grande-Sassière. La bande triasique est ainsi séparée en deux moitiés, dont l'une (dénudation du fond du synclinal) se perd un instant, après avoir traversé la route, et reparait en face des Granges-Martin (golfe des quartzites, dans le Permo-Houiller du Mt Pourri); la seconde, qui contient les serpentines et les euphotides du Chatelard, longe le pied des schistes lustrés, qu'on voit nettement dans ce parcours, malgré un léger pendage des couches vers la vallée, reposer sur le Trias. Les schistes lustrés superposés forment les pentes et les sommets de Pierre-Pointe (1) et de la Grande-Sassière.

(1) C'est sans doute par suite d'une inadvertance, que M. Zaccagna marque sur sa carte Pierre-Pointe en schistes cristallins; toute l'arête est formée des schistes lustrés calcaires, et ne différant de ceux de la Grande-Sassière que parce qu'ils sont en bancs plus gros et plus résistants. J'avais eu d'abord à distance la même impression que M. Zaccagna; mais quand on gravit l'arête, toute hésitation est impossible. Je saisis l'occasion de dire que je n'ai pas mentionné les nombreux points où mes contours, en dehors même des questions d'attribution, ne sont pas d'accord avec ceux de M. Zaccagna; M. Zaccagna dit lui-même dans sa note que ses excursions ont été trop rapides pour que sa carte prétende à autre chose, qu'à donner une idée d'ensemble de la structure.

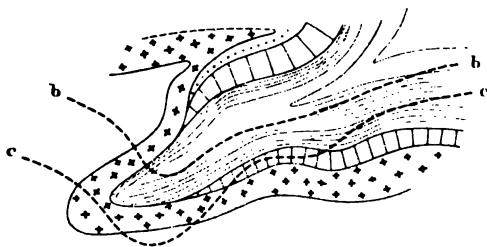
Plus loin, de la Pigette à Orsière, le calcaire triasique disparaît par étiement ; mais il reparait au pied de la Grande-Sassière, continuant à séparer l'anticlinal précédemment décrit de la masse des schistes. Partout, où les éboulis n'interrompent pas les observations, on peut constater la même superposition des schistes sur les calcaires, avec passage des uns aux autres par l'intermédiaire de calcaires phylliteux. Cette même superposition se retrouve sur le versant italien, tout le long de la descente sur le Val Grisanche. M. P. Lory l'a constatée également le long de l'arête de la Traversière. Sur tout ce long pourtour, qui embrasse un cercle presque complet, il n'y a d'exception que pendant 2 kilomètres environ, entre le Chatelard et les Brévières ; ce point mérite une explication plus détaillée.

La bande triasique que je viens d'indiquer, entre le Plan et le Chatelard, disparaît au-dessous de ce hameau. Les schistes lustrés qui les surmontaient descendent jusqu'à la route, où ils reposent (un peu avant le ravin du Nant creux), sur le Permo-Houiller par l'intermédiaire de schistes verts serpentineux (coupe 20) ; ces derniers sont incontestablement le prolongement de la serpentine du Chatelard. Les schistes lustrés traversent l'Isère, et dans le ravin de la Savine, on les voit supporter en parfaite concordance les schistes métamorphiques du Mt Pourri ; il en est de même sur la route de Tignes, un peu avant le pont des Brévières ; là encore, les schistes lustrés passent en concordance sous le Permien, qui, en arrivant aux Brévières, surplombe en sens inverse des schistes et calcaires triasiques avec une mince intercalation (1^m) de quartzites écrasés et étirés. La petite bande permo-houillère qui traverse ainsi la route, est la continuation du pli anticlinal qui entoure la Grande Sassière. La superposition du Permien aux schistes lustrés est donc due à un renversement local, ou plutôt à un renversement dont la dénudation a fait disparaître la trace dans les parties voisines. Si l'on suit la bande permo-houillère sur la rive droite de l'Isère, on voit rapidement le contact du Permo-Houiller et du Trias se relever jusqu'à la verticale, puis s'incliner en sens inverse vers la Sassière. A partir d'Orsière des bancs de calcaires phylliteux s'intercalent entre les deux formations. Ce pli, comme le pli contigu déjà décrit qui entoure le massif du Mt Pourri, se couche donc alternativement dans un sens et dans l'autre.

On trouve une confirmation de cette conclusion dans la comparaison de la coupe avec celle du rocher calcaire de la montée du Plan (v. plus haut, fig. 19). Une partie de cette dernière,

située à gauche de la coupe, est une coupe de détail, relevée et inscrite sur mes carnets, alors que je n'avais aucune idée sur la structure d'ensemble du massif; elle ne peut donc être accusée d'avoir été influencée par un point de vue théorique. Or, on voit, là, le Permien (en *a*) collé verticalement, par l'intermédiaire de minces bancs de quartzites écrasés, contre la muraille des calcaires également verticaux; à quelques mètres plus haut (en *b*) on voit les quartzites phylliteux lancer une pointe, complètement isolée, dans les calcaires, indiquant que le haut de l'anticlinal permien se renverse vers l'est. Il est clair de plus qu'à une profondeur plus ou moins grande, mais certainement peu considérable, le Permien, comme le montrent les pointillés, doit recommencer à plonger vers l'est sous le Trias. Il n'y a plus qu'à admettre la possibilité, démontrée par mille exemples dans nos Alpes, de la disparition locale du calcaire par étirement, ou encore, comme j'en donnerai plus loin des preuves manifestes, d'un passage latéral des calcaires aux schistes, pour que cette coupe reproduise, suivant le degré de dénudation, toutes les particularités observées plus au sud. Si la dénudation s'est arrêtée en *bb* (fig. 21), on a la coupe du ravin de la Savine; si elle est descendue jusqu'en *cc*, on a la coupe du Chatelard et d'Orsière. Et

Fig. 21. — Agrandissement de l'extrémité gauche de la coupe 18, montrant les relations des coupes de la vallée de l'Isère, à la Savine et au Chatelard.



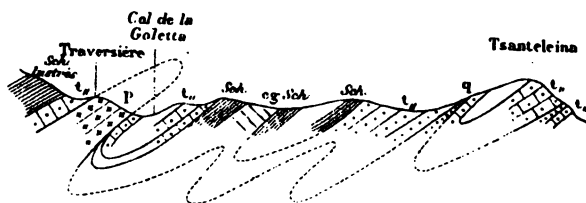
la remarque a d'autant plus d'importance, qu'il s'agit précisément du même pli : dans la coupe 18, tous les plis couchés vers le sud-ouest, de la crête d'Echaillon vont se diriger vers le passage du Rocher-Blanc, et c'est le pli inférieur, couché en sens inverse, qui seul se dirige vers le Chatelard et vers le sud de la Grande-Sassière.

Je crois utile de résumer par une coupe, prise du sud-ouest au nord-est (pl. V, fig. 4), l'ensemble de cette discussion. Elle prouve définitivement que le massif de la Grande-Sassière est une grande

amygdale synclinale, autour de laquelle les autres plis s'infléchissent; que ce massif est, comme le Mt Jovet, posé sur le sommet de l'éventail, et que *les schistes qui le composent, comme ceux du Mt Jovet, reposent de tous les côtés sur le Trias.*

Les observations de M. Pierre Lory et la carte de M. Zaccagna me permettent dès maintenant de compléter ces observations personnelles, en indiquant l'extension du massif sur le versant italien. M. Lory, comme je l'ai dit, a trouvé le Permo-Houiller (schistes cristallins de M. Zaccagna) à la pointe de Traversière et sur l'arête qui la prolonge vers le nord; les schistes cristallins forment là un anticlinal couché sur le Trias qui prolonge la bande de Val d'Isère (la coupe schématique ci-jointe, fig. 22, résumerait les observations de

Fig. 22. — Coupe de la Traversière à la Tsanteleina. ($\frac{1}{80000}$)



p, Permo-houiller; q, quartzites; t., calc. phylliteux; cg, cargneules.

M. Lory) (1); cet anticlinal est la continuation de celui qui s'ouvre au Plan autour du massif, et que j'ai déjà décrit jusqu'au-dessus de Tignes (la partie intermédiaire est cachée par les éboulis). Il se poursuit sur le bord du Val de Rhême. Les schistes lustrés superposés au sud se prolongent, d'après la carte de M. Zaccagna, sur le flanc ouest de l'Invergnan, et, d'après une carte plus ancienne de M. Barette, iraient se terminer, auprès de Rhême Saint-Georges, avant la vallée d'Aoste; on aurait là, la fermeture de l'amande synclinale, qui, dans son ensemble, dessine un grand croissant dont la concavité est en sens inverse de celle de l'amande anticlinale du Mt Pourri et de l'Aiguille du Midi. Les schistes lustrés d'Aoste, sur la rive gauche de la Doire (v. Gerlach), en marqueraient probablement la direction prolongée. Le résultat est important; car il montrerait que *tout le massif du Mt Rose fait partie de la zone centrale de l'éventail alpin.*

(1) Une conséquence peut-être intéressante de cette étude, est que tous les cols de la frontière dans la partie étudiée, depuis le col du Mont jusqu'au col de Rhême, correspondent à des synclinaux, et que, réciproquement dans cette partie, tous les synclinaux dont la continuité a été reconnue, donnent naissance à un col.

On voit maintenant, comment cette étude de la structure peut jeter un jour sur la question de l'âge des schistes lustrés. Dans presque toute la zone d'extension de ces schistes, les superpositions ne prouvent rien, parce que la structure est monoclinale ; même dans les points assez rares où l'on connaît, par les quartzites, la base du Trias, l'ordre de succession des assises peut induire en erreur, par suite des étirements toujours possibles. Mais dans la zone centrale de l'éventail, en dépit des renversements locaux, l'ordre d'ensemble des superpositions se reconnaît et s'impose avec évidence, et aucun transport horizontal ne peut être invoqué, puisque les plis divergent à partir de cette zone. En raison de la situation spéciale de la Grande-Sassière, toutes les causes d'erreur et d'incertitude sont éliminées. C'est là qu'est véritablement la solution.

En résumé, la structure en éventail de la bande houillère, telle que Alph. Favre l'a bien vue dans la vallée de l'Arc, se poursuit jusque dans la haute Tarentaise et jusque au-delà de la frontière. Elle diffère des éventails décrits dans les Alpes, tels que le M^t Blanc et le Saint-Gothard, par ce fait que le changement de sens dans le déversement des plis n'est pas accidentel, ou plutôt passager, et borné à quelques plis, mais qu'il est définitif, et que, une fois la zone passée (on peut ajouter, si l'on veut : après un court intervalle d'incertitude et d'hésitation), il se retrouve dans tout le versant opposé de la chaîne. C'est donc bien, au moins pour cette partie des Alpes, la zone axiale des plissements ; ce n'est pas un axe de symétrie, parce que le versant est, dont précisément on n'avait pas jusqu'ici signalé les plissements, est bien plus *couché* que le versant ouest, qu'il ne reproduit pas symétriquement les mêmes formations et qu'il montre tous les terrains beaucoup plus métamorphisés, mais c'est évidemment un axe principal de démarcation.

Si cet axe principal de démarcation ne se trouvait dessiné qu'en Maurienne et en Tarentaise, il serait difficile de lui attribuer une grande importance théorique. Or, ainsi que je l'ai dit au début, c'est ce qui aurait semblé évident d'après les anciennes cartes, qui ne font continuer le terrain houiller que par la bande étroite du Petit et du Grand Saint-Bernard ; cette bande, comme cela ressort si nettement des coupes de Gerlach, ne joue plus le même rôle ; un grand nombre de plis, et des plus importants, à l'est des affleurements houillers, sont encore couchés vers l'ouest. Mais l'étude des environs de Sainte-Foy et du col du Mont indique comment cette première vue doit être modifiée : on n'a compté comme Houiller que le *Houiller non métamorphique*, c'est-à-dire que la partie tout à

fait occidentale de la bande élargie: il faudrait y joindre tous les *Casanna Schiefer* de Gerlach, et de plus une autre branche, amorcée déjà, jusqu'au M^t Ormelune sur les anciennes cartes de Lory, va, sous la même forme métamorphique, entourer la Dent-Blanche et le M^t Rose, qui sont bien *les vrais massifs centraux* de la chaîne, les anticlinaux des terrains les plus anciens dressés au milieu de l'éventail houiller. Le point important qui ressort alors des coupes de Gerlach, et que permettent déjà de prévoir les coupes de la frontière autour du col du Mont, c'est que les plis, dans cette zone axiale élargie, sont indifféremment couchés vers le nord-ouest ou vers le sud-est, qu'il n'y a pas de sens déterminé pour leur inclinaison.

Un autre fait intéressant est mis en évidence par l'étude de cette zone, c'est l'existence de massifs horizontaux de couches plus récentes, restés en place sur le sommet de l'éventail. La régularité et l'absence de dérangement important dans la stratification de ces massifs de couronnement, semble bien, sauf nouvel examen, un *fait réel* pour les massifs du sud, le M^t Thabor et la Croix de Verdon. Mais pour le Jovet et la Grande-Sassière, ce n'est qu'une apparence, et tout montre que ces massifs ont été soumis à des actions particulièrement énergiques; c'est d'abord l'existence de l'anticlinal étiré qui les entoure, et dont l'existence, probable seulement au Jovet, est bien démontrée pour la Grande-Sassière; c'est surtout l'extraordinaire froissement et le plissement horizontal des schistes du Jovet. Je ne suis pas en état de tirer les conséquences de cette allure si spéciale, mais il est évident qu'elle restreint le choix des explications possibles pour la formation de la structure en éventail.

SCHÉMA DES LIGNES DIRECTRICES DES PLISSEMENTS (Pl. VI).

Les renseignements, un peu sommaires, que je viens de donner sur cette partie encore peu étudiée des Alpes françaises ont besoin d'être complétés par le tracé des lignes de plissement successives. Il reste quelques points, comme je l'ai expliqué, où les raccordements des plis présentent encore des incertitudes, mais le nombre en est petit, et leur étude plus complète ne pourra guère modifier l'ensemble. J'ai admis dans ce tracé que les schistes lustrés sont triasiques, mais le dessin général, étant au fond surtout accusé, par les bandes calcaires qui s'y intercalent ou qui leur font bordure,

conserverait toujours à peu près la même forme, si l'on n'admettait pas cette solution.

Un premier fait dans ce tracé attire l'attention, c'est, au milieu de la direction générale nord-est, sud-ouest et nord-sud, qui s'accuse parallèlement à celle de la chaîne, la grande sinuosité des tracés dans le détail. Sans même parler des inflexions autour des massifs amygdaloïdes, on peut remarquer la série de rebroussements visibles entre Moutiers et Brides, ceux du vallon de la Rocheure et de la haute vallée de l'Arc (1), les sinuosités multiples et emboltées les unes dans les autres, auprès de Val d'Isère et de Thermignon. C'est presque un phénomène général. On voit aussi très nettement la liaison intime du réseau des vallées avec le système des plis ; mais, contrairement à ce qu'on pourrait croire, contrairement aussi à ce qu'on observe dans les régions de plissements réguliers, comme ceux du Jura, les vallées suivent rarement les synclinaux ; elles sont pour la plupart *perpendiculaires aux plis*. Le fait est surtout frappant dans le cas de sinuosités ou de rebroussements des plis ; presque toujours une vallée importante suit l'axe des sinuosités ou l'arête des rebroussements ; ainsi le Doron de Bozel et de Pralognan, entre ces deux localités d'abord, puis auprès de Moutiers : le torrent de Peisey, entre sa source et Peisey ; l'Isère, entre sa source et Tignes ; le vallon de la Rocheure ; l'Arc entre Bonneval et Thermignon, et à Modane même. Il est même à prévoir qu'une étude plus complète multipliera ces exemples. J'ai déjà eu l'occasion, dans mon étude sur le Môle (2), de signaler ce phénomène et d'en chercher l'explication ; je l'attribue à l'existence de plis transversaux, qui, malgré leur moindre importance, ont, *à cause de la structure isoclinale*, joué le rôle principal dans la détermination de l'écoulement des eaux. L'existence de ces plis transversaux n'est d'ailleurs pas une hypothèse ; elle est très clairement marquée en beaucoup de points (vallée de Bramans, massif de la Sana) par l'abaissement aligné du fond des synclinaux ou par la surélévation des têtes d'anticlinaux.

Mais le trait saillant du schéma, qui est en même temps le trait déterminant de l'allure des couches dans la zone frontière, ce sont

(1) Ces rebroussements et ces sinuosités sont, il est vrai, en partie explicables par l'*inclinaison des plis*, qui fait que le relief du sol amène une déformation apparente des lignes directrices ; (c'est ce qui indique, dans la pl. VI, la ligne de pointillés au-dessus de Bonneval). Dans la plupart des points signalés, on peut se convaincre que les sinuosités sont *réelles* ; mais dans d'autres, il est difficile de faire la part de cette cause d'incertitude.

(2) *Bull. des Services de la carte géol. de la France*, t. IV, n° 32, Déc. 1892.

les énormes sinuosités des plis emboîtés autour du petit M^t Cenis et du Grand-Paradis. J'ai dit sur quels arguments je fondais cette interprétation; ils me semblent tout à fait incontestables pour le pli qui entoure le petit M^t Cenis; quant au pli qui entoure le Grand-Paradis, le tracé résulte surtout de l'interprétation de la carte de M. Zaccagna; ce n'est sans doute qu'une approximation, mais l'allure générale est presque imposée par les considérations de continuité.

Là, la sinuosité prend une telle ampleur qu'il ne s'agit plus d'une irrégularité locale, mais, on peut presque dire, d'un fait d'ordre général, d'un fait qui au moins doit être en rapport avec quelque particularité importante de l'histoire de la chaîne. Sans doute, je n'ai pas la prétention que les données, encore insuffisantes, exposées ici avec les réserves nécessaires, permettent dès maintenant de résoudre la question; mais, si l'on examine une carte géologique des Alpes, même à petite échelle, même en tenant compte du caractère provisoire d'une partie des contours, il est difficile de ne pas être frappé d'une singulière coïncidence: cette sinuosité des plis se retrouve sur l'autre versant, bien connue depuis longtemps et bien marquée par l'allure générale des affleurements; et, quoiqu'on n'ait jamais présenté les choses sous cette forme, il me semble évident que l'axe de ces sinuosités (ou de ces rebroussements locaux) correspond à la vallée de la Durance; c'est là en tout cas qu'a lieu le maximum de pénétration des zones préalpines vers la zone centrale du Briançonnais. Or, la vallée de la Durance, prolongée à partir de Guillestre (où elle se détourne en amont suivant une direction parallèle aux plis), mène tout droit au centre éruptif du M^t Genève, à la vallée de Cézanne et d'Oulx, où l'on rejoint l'axe des sinuosités de l'autre versant. Il y a là comme un *serrement* des Alpes, entre ces deux arêtes de rebroussement qui se font face sur les deux versants, et ce *serrement* est lié à un autre phénomène géologique d'une non moindre importance; sauf la zone des chaînes subalpines, toutes les zones du versant français s'abaissent et plongent brusquement en profondeur avant d'arriver à cette arête; Belledonne et le Pelvoux, le Lias de l'Oisans et celui de la Maurienne, la zone houillère elle-même, s'arrêtent brusquement, d'après les cartes actuelles, noyés dans le large épanouissement de la bande nummulitique. Seule, la trainée des calcaires du Briançonnais continue son parcours sans interruption apparente. La ligne de *serrement* est l'axe d'un grand abaissement transversal de la chaîne, ou au moins d'une partie de la chaîne.

Si maintenant on réfléchit à la forme *actuelle* de la chaîne, on voit qu'elle se divise naturellement en deux parties, l'une qui, de la Suisse au sud du Dauphiné, dessine une grande courbe régulière convexe vers le nord, et l'autre, qui, précisément à partir de la zone transversale d'affaissement, s'infléchit presque à angle droit vers le sud-est, et forme un trait d'union soit avec les Apennins, soit avec la Provence. L'arête de rebroussement, ou axe de serrement, serait précisément *parallèle aux lignes directrices de la première partie de la chaîne*. Si l'on rapproche le fait des caractères sédimentaires (épaisseur et faciès) des étages paléozoïques, on voit que la ligne de serrement est précisément celle qui réunirait les formations coralliennes du Dévonien inférieur de la Carinthie et de celui de la Montagne-Noire; que c'est aussi la seule ligne suivant laquelle on puisse chercher la prolongation des grandes accumulations de terrain houiller, brusquement interrompues le long de l'axe de la chaîne. La conclusion alors me semble s'imposer : dans les temps paléozoïques, alors que s'ébauchaient déjà, comme l'ont montré Lory et M. Frech, les premières lignes du système alpin, les plis en formation et par conséquent les zones de sédimentation ne suivaient les lignes actuelles que jusque vers le sud du Dauphiné, et de là, se continuaient sans déviation vers le bord des Cévennes et de la Montagne-Noire; la vallée du Pô, continuée par l'Adriatique, la vallée de la Durance et la dépression du canal du Midi formaient dans ce système un grand synclinal continu. Plus tard est venue la grande rupture d'équilibre de la fin des temps primaires; elle a eu pour résultat de *déformer le réseau*, qui, au lieu de s'accentuer, conformément à la loi ordinaire, toujours suivant les mêmes lignes, sans autre modification qu'une subdivision de plus en plus grande des synclinaux et des anticlinaux, a pris un dessin plus complexe, formé de portions des lignes primitives, raccordées par des traits perpendiculaires; c'est alors, comme le montre l'étude des faciès triasiques, qu'une même zone de sédimentation (correspondant à un même grand synclinal) s'est étendue sur le flanc intérieur des Alpes et sur celui des Apennins; cette ligne directrice est celle qu'a indiquée M. Suess. Mais plus tard encore, pendant la période crétacée, une nouvelle déformation a eu lieu, et est surtout manifeste dans les chaînons extérieurs du versant français; les plis déviés vers les Apennins se sont raccordés, non plus avec cette chaîne, mais avec son ancienne prolongation occidentale, la Provence et les Pyrénées. C'est à cette double déviation qu'il faut attribuer l'extrême complication, les sinuosités multiples et les

discontinuités apparentes des plis des Alpes Maritimes et de la Provence. Ce n'est pas le lieu de développer davantage ces considérations ; je tiens seulement à indiquer que j'étais arrivé à ces conclusions d'une manière tout à fait indépendante de l'étude des plis de la Maurienne et de la Tarentaise, et que l'interprétation à laquelle j'ai été conduit pour ces plis me semble de nature à leur prêter un nouvel appui.

CONCLUSIONS ET RÉSULTATS GÉNÉRAUX

Avant d'aborder la discussion détaillée de l'âge des schistes lustrés, pour laquelle les données stratigraphiques précédentes fournissent tous les éléments nécessaires, il me reste à résumer les conclusions de cette étude et les résultats qui me semblent s'en dégager pour l'ensemble de la structure des Alpes.

Structure en éventail. — Le premier est la structure en éventail de la chaîne considérée dans son ensemble. J'ai dit les raisons pour lesquelles ce résultat, qui me semble définitivement acquis dans les Alpes françaises, avait échappé jusqu'ici. L'attention s'était portée surtout sur les massifs qui font surgir les roches cristallines, dits *massifs centraux* ; dans plusieurs de ces massifs, comme le Saint-Gothard, le Mont Blanc et Belledonne, on avait signalé la structure en éventail, sans remarquer assez qu'elle est *accidentelle*, c'est-à-dire que, si l'on peut donner une coupe de ces massifs qui mette cette structure en évidence, on en pourrait donner d'autres parallèles où elle fait défaut. En tout cas il était clair qu'aucun de ces massifs ne marque la place d'un changement permanent dans le sens de l'inclinaison des plis ; la structure en éventail n'était donc qu'un accident local. Pour d'autres massifs, comme ceux du M^t Rose et du Simplon, on avait remarqué que cette structure n'existe pas (1), on les a considérés ordinairement comme formant au contraire de grandes voûtes surbaissées ; mais aucune de ces voûtes non plus ne formait limite entre des faisceaux de plis déversés en sens contraire. Dans les Alpes autrichiennes, M. von Hauer a bien indiqué la structure en éventail du massif central ; mais pour la zone sédimentaire du Tyrol, l'inclinaison des plis vers le sud (quoique dénotée maintenant par des exemples de plus en plus nombreux) ne semblait pas se produire symétriquement de l'inclinaison vers le nord de l'autre

(1) HEIM, Mechanismus der Gebirgsbildung.

versant, ou du moins ne semblait pas y avoir la même généralité. Je crois, pour ma part, qu'il y a là une question de dénudation plus profonde du versant sud, mais en tout cas, il était difficile de trouver un argument de fait dans la structure en plateaux du Tyrol (1). En France seulement, la structure en éventail, indiquée par Favre pour la zone houillère, aurait pu se constater depuis longtemps, si la grande épaisseur uniforme des schistes lustrés, et le métamorphisme général des assises, n'avaient empêché de reconnaître clairement l'existence de plis sur le versant italien. Une fois ce premier point mis en lumière, il reste encore quelques difficultés, tant que l'âge des schistes lustrés reste indécis ; il n'en reste plus, s'ils sont triasiques, et c'est sans hésitation, que l'on peut établir les règles suivantes :

La zone des terrains houillers de Bourg Saint-Maurice à Briançon, est le centre de l'éventail et comprend la ligne axiale des plissements alpins. Sur ses bords, il y a de part et d'autre, comme une zone frontière où le sens du renversement est indécis ; une fois cette frontière passée, tous les plis se couchent uniformément *vers l'extérieur*, à l'ouest vers la France, à l'est vers l'Italie ; quand ces plis sont sinueux, le renversement de chaque pli a lieu sur le synclinal qui lui fait suite du côté extérieur. Les exceptions à cette règle sont peu nombreuses et uniquement locales ; elles se produisent surtout sur le bord des massifs amygdaloïdes dont je reparlerai tout à l'heure.

Vers le nord-est, en arrivant à la frontière, la zone médiane ou zone du centre de l'éventail s'élargit considérablement, et *embrasse tout le massif du M^t Rose*. Dans cette zone élargie, il n'y a pas de sens déterminé pour l'inclinaison des plis. Il convient d'ajouter que, dans l'état de nos connaissances, il est difficile de suivre, plus à l'est, la continuation des plis intérieurs, déversés vers l'Italie. Un déversement analogue ne se retrouve nettement qu'à partir du Tyrol, vers le sud d'abord, puis vers l'ouest, sur le versant adriatique.

Au sud de Briançon, la structure en éventail subsiste, mais la zone médiane subit un changement extraordinaire ; au lieu d'être occupée par les terrains les plus anciens dressés en anticlinal, elle est occupée par les terrains les plus récents, par les couches du Nummulitique et du Flysch. La zone centrale est marquée, au moins géologiquement parlant, non plus par une saillie mais par un

(1) De plus, la ligne qui va de l'Engadine à Bellinzona et à Biella semble séparer les zones centrales des Alpes en deux parties, dont le raccordement est encore bien hypothétique.

creux. Les études de M. Kilian nous apprendront comment se fait le passage entre ces deux manières d'être si différentes; peut-être les accidents si spéciaux, dont une note préliminaire de MM. Kilian et Haug a annoncé l'existence dans l'Ubaye, pourront-ils être mis en rapport avec l'énorme et brusque abaissement de la zone centrale de l'éventail. Mais en tout cas, la bande éocène, au point de vue de l'inclinaison des plis, joue bien le même rôle que la bande houillère; tous les plis à l'ouest se couchent vers la France; tous ceux de l'est se couchent vers l'Italie. Plus loin seulement, le massif du Mercantour, surgissant à l'intérieur de la bande éocène, marque son retour momentané à la forme nettement anticlinale. Il est seulement à remarquer que le dessin des plis, ainsi déterminé, cesse d'être en rapport avec l'extension et avec les zones d'égal développement des terrains paléozoïques.

Structure amygdaloïde. — Tandis que la bande houillère, ou du moins son bord occidental prolongé jusqu'au Valais, forme une courbe à peu près régulière et parallèle à la direction de la chaîne, les plis intérieurs sont remarquables par leurs sinuosités. Les sinuosités sont dues en partie à la brusque interposition de lentilles allongées dans le sens de la direction, qui écartent les plis tout autour d'elles, pour se faire place. Ce sont tantôt des amandes synclinales, tantôt, et plus souvent, des noyaux anticlinaux, présentant ce curieux caractère que les plis qui les accidentent, quoique intimement reliés par leur direction au réseau général, ne se prolongent pas au-delà de la lentille; ils convergent et s'abaissent vers les deux extrémités. Le réseau, en d'autres termes, présente ainsi une série de nœuds et de ventres; si l'on comparait le réseau aux feuillettes d'un gneiss, il faudrait rapprocher cette structure de celle d'un gneiss amygdaloïde (Augen-gneiss), dans lequel les feuillettes s'infléchissent tout autour des gros noyaux de quartz et de feldspath. C'est pour cela que j'ai proposé le nom de *structure amygdaloïde*.

Pour donner une idée de l'importance de ces lentilles, je citerai d'abord l'exemple du M^t Blanc, qui n'est tout entier qu'un immense noyau surgissant au milieu d'un synclinal liasique, qui se referme autour de lui. Dans la région que j'ai plus particulièrement étudiée, la Vanoise, le M^t Pourri avec l'Aiguille du Midi doivent leur existence à un phénomène semblable. Le massif du Petit M^t Cenis n'est enveloppé par une ceinture de plis écrasés que sur une moitié de son pourtour. Je ne puis encore dire s'il en est de même du Grand-Paradis, ou si, comme je le crois plus probable, c'est encore là un nouveau noyau amygdaloïde, plus vaste que tous les autres.

En ce qui regarde le phénomène inverse, c'est-à-dire les massifs ou noyaux synclinaux, entourés par les deux branches d'un même pli anticlinal, je ne puis citer que la Grande-Sassière et le M^t Jovet (ce dernier encore avec doute). Il est remarquable que ces deux exemples isolés se trouvent tous les deux sur le sommet de l'éventail alpin.

Je ne crois pas qu'on ait, au moins sur une grande échelle, rien signalé encore de semblable à cette *structure amygdaloïde*, si ce n'est peut-être la région cristalline du Lac des Bois en Amérique. M. Lawson tire de cette structure un de ses arguments pour conclure que les noyaux, formés de gneiss granitoïde, ont une origine éruptive. Sans contester pour cela les conclusions de M. Lawson, on peut inférer de la structure de nos Alpes que cet argument, s'il était seul, serait sans valeur. De nombreux indices me font d'ailleurs maintenant soupçonner que cette structure n'est pas spéciale aux Alpes, et qu'on la retrouve en beaucoup d'autres points, notamment dans l'Ardenne (massif de Spa), et même dans les ondulations tertiaires (Boulonnais et Pays de Bray).

Métamorphisme. — Enfin une dernière conclusion est la reproduction de celle que M. Termier a déjà tirée de l'étude de la Vanoise, et qu'il a énoncée sous forme de loi générale : *à l'est de la bande houillère, le métamorphisme va en croissant de l'ouest vers l'est*. Je suis arrivé, comme M. Termier l'a fait pour la Vanoise, à rattacher avec certitude au Permo-Houiller les anciens gneiss chloriteux et micaschistes du M^t Pourri, du Petit M^t Cenis, et ceux du Val Grisanche, continuation des *Casanna schiefer* de Gerlach.

Les arguments, que je n'ai pu développer dans cette note surtout consacrée à l'ensemble de la structure, sont de plusieurs ordres : d'abord l'intercalation en plusieurs points, comme à Modane, des assises métamorphiques entre le Houiller typique et le Trias, avec passages insensibles à l'une et à l'autre de ces deux formations ; puis, quand le métamorphisme, étendu plus uniformément à l'ensemble des couches, ne permet plus de s'appuyer sur la superposition au Houiller, l'identité des caractères pétrographiques, l'existence de poudingues encore reconnaissables, la ressemblance des quartzites phylliteux intercalés avec les quartzites du Trias, la concordance absolue et le passage graduel des uns aux autres. Enfin, comme dernière confirmation, on trouve en plusieurs points des paquets houillers de grès micacés noirâtres non transformés, parfois avec traces d'anhracite. M. Termier le premier en a signalé un au-dessus de la vallée du Doron de Champagny ; j'en ai retrouvé

d'autres dans le massif de l'Aiguille du Midi et du M^t Pourri. M. Baretta en avait aussi rencontré en Italie, entre le val Grisanche et le val de Rhême ; il les a décrits, il est vrai, comme des dépôts isolés de lacs houillers, superposés en discordance aux « gneiss récents », ou *Casanna schiefer* ; mais on peut, même avant vérification, affirmer d'après l'ensemble de la géologie du pays, que, là comme partout, toutes les assises sont concordantes, que les lambeaux, reconnus comme houillers sont intercalés, et ne sont que des parties échappées au métamorphisme.

Une partie des mêmes arguments s'appliquent aux gneiss œillés du Grand-Paradis, c'est-à-dire à ceux qu'on a désignés sous le nom de gneiss central. Je suis porté à y voir un dernier terme du même métamorphisme. J'ai insisté sur la concordance parfaite avec le Trias ; mais même, si paradoxale que puisse paraître la chose quand il s'agit de formations si profondément différentes que des gneiss et des calcaires, on peut dire en certains points qu'il y a passage des uns aux autres. Au pied de la Grande Paroi, entre les gneiss et les schistes lustrés, on trouve un banc de quartzites que l'on peut hésiter à associer aux gneiss voisins ou à rapporter au Trias. Les calcaires qui le surmontent peuvent être pris pour des cipolins. J'ai vu de la même manière sur les bords de l'Adula, M. Heim et M. Schmidt hésiter dans l'attribution de certains calcaires aux cipolins ou à la Rôthidolomit.

Il est à remarquer que, dans certains massifs, comme la Dent Blanche ou le M^t Rose, on voit, d'après Gerlach, se dresser en anticlinaux des gneiss plus anciens, qui sont alors percés de nombreux filons granitiques, tandis que ces filons font absolument défaut dans les massifs précédemment cités ; c'est là certainement un nouvel argument. Nulle région en tout cas n'offre un champ plus propice pour continuer les études micrographiques si brillamment commencées par M. Termier dans la Vanoise ; il est à espérer qu'on pourra suivre, dans la formation et dans l'agencement des minéraux, tous les passages jusqu'à ce que l'on est convenu aujourd'hui d'appeler de « vrais gneiss ». Je reconnais que la démonstration n'est pas encore faite, mais à mes yeux les arguments actuels suffisent déjà à rendre la solution très probable : toute cette région des Alpes a été pendant les époques houillère, permienne, triasique et, sans aucun doute, aussi pendant le Jurassique, le siège d'une sédimentation active et continue : les actions postérieures qui ont ramené au jour ces sédiments anciens, les ont ramenés avec le cachet spécial des profondeurs.

auxquelles ils avaient été enfouis et des compressions qu'ils avaient subies.

Si l'on me permet de devancer ici les résultats de ma prochaine note, et de faire entrer en considération l'âge *triasique des schistes lustrés*, on est amené à donner une généralité plus grande et une forme plus frappante à ces vues sur le métamorphisme. Tant que les schistes lustrés étaient considérés par nous au Service de la carte, comme paléozoïques, nous étions frappés de leur ressemblance, malgré leur teneur en calcaire, avec les phyllades et schistes sériciteux, désignés par la lettre x dans le Plateau central (1). Les gneiss du Grand-Paradis, soumis à M. Michel Lévy, qui, d'ailleurs, en dépit de leur large cristallinité, avait insisté sur leur aspect relativement récent, avaient été rapportés provisoirement par lui au ζ^2 , c'est-à-dire à l'étage supérieur des gneiss et micaschistes du Plateau central. Les assimilations dont je cherche ici à me prévaloir n'ont donc pas été faites pour les besoins de la cause, et elles permettent, en employant les notations de la Carte géologique, de résumer ainsi mes conclusions : dans la zone métamorphique des Alpes (qui reste à délimiter exactement) l'*x est du Trias, le ζ^2 est du Permo-Houiller*.

En développant cette conclusion, je n'oublie pas la part d'hypothèse que j'ai mentionnée au début et qui subsiste encore pour les gneiss du Grand-Paradis ; je crois que cette part est faible, mais elle existe. Je ne vois pas de raison pour que le dynamométamorphisme, qui fait de *faux gneiss*, ne fasse pas aussi de vrais gneiss, d'autant plus que je n'ai jamais bien compris la valeur théorique des distinctions minéralogiques établies entre les uns et les autres ; je ne prétends pourtant exprimer qu'une opinion personnelle, et un peu de sentiment, en proposant d'étendre aux gneiss les conclusions que j'ai développées autrefois pour les roches éruptives : les gneiss des différentes chaînes ne sont pas nécessairement du même âge. Pour les gneiss, comme pour les roches éruptives, les caractères différentiels mis jusque ici en évidence ne sont liés qu'indirectement à l'âge, et n'y sont liés que si l'on reste dans une même chaîne. Pour les gneiss, comme pour les roches éruptives, il n'est pas impossible qu'il existe certains caractères liés à l'âge d'une manière absolue, mais nous ne les connaissons pas encore ; et s'ils existent,

(1) M. Bonney (*Quat. Journal*, Fév. 1889, p. 103) a conclu de l'examen microscopique et du mode d'association des minéraux composants, que ces calcschistes, avant les actions dynamiques dont ils portent la trace, étaient *de vrais schistes cristallins*.

ils sont jusqu'ici masqués par les caractères plus apparents, dus aux actions chimiques et au métamorphisme, lesquels sont de toutes les époques.

Les conclusions auxquelles me conduit l'étude des Alpes sont d'ailleurs à rapprocher des conclusions semblables auxquelles, dans ces derniers temps, ont abouti les observations faites dans les différentes chaînes, aussi bien de l'Europe que de l'Amérique. J'ai déjà rappelé que M. Suess, dès 1869, avait assimilé aux *Casanna schiefer*, certains gneiss des Alpes carniques, en les rapportant les uns et les autres au Permien. Dans la chaîne hercynienne (qu'il vaudrait peut-être mieux appeler armoricaine), Lossen a montré que le Dévonien inférieur, dans une zone qui comprend le Taunus et une partie de la Thuringe, prend la forme de micaschistes et de gneiss ; la chaîne armoricaine est assez bien connue jusqu'à la Bohême, pour qu'on puisse reconnaître que cette zone occupe, sur le versant sud de la chaîne, une position comparable à celle de la zone de métamorphisme alpin ; la relation avec une torsion des plis, supposée par Lossen, me semble moins évidente. En Norvège, dans la chaîne calédonienne, également à une assez grande distance du bord septentrional, M. Reusch nous a fait connaître des gneiss siluriens. Aux Etats-Unis, sans parler des schistes cristallins de la Sierra Nevada, attribués par M. Becker au Crétacé, on a décrit dans le Sud des Appalaches et dans les Montagnes Vertes des couches cambriennes fossilifères, qui passent latéralement à des gneiss. La localisation de ces actions métamorphiques est très remarquable et tout à fait inexpiquée, mais on ne peut guère se refuser à en admettre la réalité.

Je répète d'ailleurs, en terminant, que les doutes qui peuvent subsister sur cette délicate question du métamorphisme et sur les limites assignables à son action, ne peuvent en aucun cas s'étendre aux conclusions relatives à la structure ; celles-ci, aussi bien en ce qui regarde l'existence de l'éventail que celle des noyaux amygdaloïdes, me paraissent désormais acquises, et tout à fait incontestables.

ÉTUDES DANS LES ALPES FRANÇAISES

(SCHISTES LUSTRÉS DE LA ZONE CENTRALE)

par **M. Marcel BERTRAND** (1).

(Pl. VII).

Dans une première note (2), j'ai essayé, avant de discuter de plus près l'âge des schistes lustrés, de donner une idée de la structure d'ensemble de la zone centrale alpine de la Maurienne et de la Tarentaise ; quoiqu'il y ait là un ordre en apparence peu logique, l'âge des terrains étant généralement le point de départ nécessaire de l'interprétation des coupes, j'ai cru que dans le cas actuel il y avait intérêt à le suivre. La structure d'ensemble peut, en effet, être établie dans ses traits généraux, indépendamment de l'âge des schistes lustrés, la coupe d'Entre-deux-Eaux fournissant seulement une exception si les schistes sont antétriasiques. Mais en tout cas, la structure générale des Alpes est une structure en éventail, des deux côtés de la bande houillère ; en tout cas, le système des plis s'ouvre et se referme autour de gros noyaux amygdaloïdes. D'un autre côté, la connaissance préalable de cette structure me paraît indispensable pour donner aux diverses coupes leur signification, pour en expliquer les contradictions apparentes, et pour en tirer les conclusions définitives.

L'échelle stratigraphique qui doit servir de base est celle qu'a établie M. Termier pour la Vanoise ; nous l'avions déjà discutée ensemble dans des courses communes, et toutes mes coupes en dehors de la Vanoise n'ont fait que la confirmer : au-dessus du Permo-Houiller, représenté par des schistes, des quartzites micacés ou des gneiss chloriteux, reposent, par passage insensible, les quartzites du Trias. Les quartzites n'existent pas partout ; quand ils existent, ils ont une épaisseur très variable ; mais partout où ils existent ils sont invariablement à la base du Trias (bancs à noyaux

(1) Communication faite dans la séance du 5 Février 1894. Manuscrit remis le 19 Février. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 12 Avril 1894.

(2) Même vol., p. 69.

de quartz, anagénites, bésimaudites, grès vosgien? à la base). C'est le meilleur et le plus sûr horizon de la région alpine.

Des quartzites aux calcaires qui les surmontent, le passage est également insensible, et est une nouvelle légitimation de la série établie. On trouve en effet, par places, quelques bancs de quartzites à lentilles calcaires et de calcaires cristallins à noyaux de quartzites, et M. Mattiolo m'a dit qu'il avait pu réunir à Rome deux séries parallèles d'échantillons, les uns calcaires, les autres quartzeux, se ressemblant assez, terme à terme, pour rendre une confusion possible, au moins à un premier examen.

A la base des calcaires, on trouve généralement quelques bancs de calcaire marbre très blanc, facile à confondre de loin, sauf l'absence de lichens bruns qui recouvrent ordinairement la surface des quartzites, avec des bancs de quartzites; puis viennent les calcaires phylliteux, décrits par M. Termier. C'est encore un excellent horizon; M. Kilian croit, qu'au sud, il y a peut-être aussi des calcaires phylliteux au sommet du Trias, mais, dans la région que j'ai étudiée, ils sont toujours à la base. Malheureusement l'horizon n'est pas constant; ils passent à des calcaires compacts avec bandes siliceuses, qui rentrent dans un type analogue, mais aussi à des schistes noirs (avec disparition du calcaire entre les bancs phylliteux) et à des cargneules (produit d'altération). Dans ces cargneules inférieures, on trouve très ordinairement un faciès bréchoïde, avec morceaux de phyllites anguleux, et même aussi avec grains de quartz blanc d'apparence roulée. A ces cargneules sont associés des gypses. C'est là, le grand obstacle à la stratigraphie du Trias. Pour distinguer ces cargneules et ces gypses de ceux du Trias supérieur, on n'a qu'un criterium, qui fait souvent défaut et dont la généralité est insuffisamment établie, celui de l'englobement de fragments de schistes phylliteux.

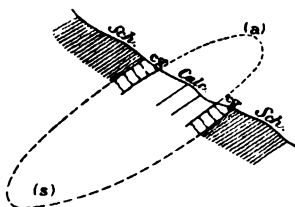
Plus haut, vient la grande masse des calcaires compacts, susceptibles, eux aussi, par altération, de donner des calcaires fragmentés et caverneux faciles à confondre avec des cargneules. Mais de plus, ils peuvent passer latéralement à des grandes masses gypseuses. Le gypse alors, comme l'a déjà dit M. Kilian, englobe des morceaux de calcaires non transformés, et il faut nécessairement admettre une *gypsification* postérieure. Mais cette épigénie n'a lieu nulle part que dans les calcaires triasiques; elle est donc liée en fait à la présence du sulfate de chaux *sédimentaire* dans les assises voisines. J'ai expliqué (note de la page 76, dans mon précédent mémoire) que ce transport et cette reprécipitation de sulfate de chaux, en remplace-

ment du calcaire, peuvent s'expliquer simplement parce que le sulfate de chaux dans les lagunes du Trias s'est déposé, non pas à l'état de gypse, mais à l'état d'anhydrite, susceptible de fournir des *solutions sursaturées*. Il peut résulter de ces transformations que, par places, tout le Trias au-dessus des quartzites soit représenté par du gypse, avec quelques lentilles de calcaires et de cargneules, ainsi que M. Termier en a indiqué des exemples ; cette particularité augmente évidemment les difficultés stratigraphiques.

Je n'ai pas trouvé de fossiles dans les calcaires compacts, sauf quelques Encrines et quelques petits Gastropodes qui ne donnent pas d'indication. En quelques points (moraine du glacier de la Dent Parachée, éboulis de Lansleria), j'ai vu des traces de grands Polypiers oblitérés. Mais les Gyroporelles, signalées en plusieurs points par M. Zaccagna, et par M. Diener au Mt Genève, n'ont jusqu'ici pu être retrouvées par aucun des collaborateurs de la Carte.

Le Trias supérieur semble partout à l'état de cargneules et de gypses (ou d'anhydrite) ; du moins, quand il n'est pas à cet état, on n'a aucun critérium pour le distinguer. Il n'y a pas de Lias prouvé, sauf plus à l'ouest, au Mt Jovet : je conserve encore quelques

Fig. 1. — Explication possible de l'intercalation des calcaires dans les schistes par pli anticlinal (a) ou par pli synclinal (b).



doutes pour la Dent Parachée, pour la grande Casse, et aussi pour une partie des schistes lustrés, dont il va être question.

A cette série, ou à des membres incomplets de cette série, s'accroient à l'est, avec même pendage, et en *complète concordance*, des schistes lustrés, calcschistes très uniformes, sans points de repère, formant des masses énormes. En général, les faciès triasiques que je viens de décrire n'apparaissent dans la région du développement de ces schistes que sous forme de bandes étroites intercalées, se suivant sur 10 et 20 kilomètres de longueur. Malheureusement dans ces bandes les quartzites n'existent plus qu'exceptionnellement ; la base des calcaires, si elle est représentée, l'est presque

partout par des cargneules et il est difficile de savoir si, dans l'hypothèse où les calcaires triasiques *ne sont pas intercalés*, l'on a affaire à des synclinaux ou à des anticlinaux (fig. 1). Un coup d'œil sur la carte ou sur le schéma (pl. VII) montre la distribution des régions où, comme à la Vanoise et aux environs de Val d'Isère, les calcaires et les quartzites se développent largement, sans schistes lustrés, ou avec intercalations peu importantes de schistes dans les calcaires phylliteux. Ces parties élargies, où se développe le faciès briançonnais du Trias, forment une bande qui suit fidèlement le bord est de l'éventail alpin ; sur le bord ouest les calcaires existent encore, mais avec un développement très affaibli ; et le Trias est composé de quartzites et cargneules (avec gypse). Il y a alors quelques intercalations de schistes luisants, *non calcaires*.

On voit dès lors la difficulté ; les contacts du Trias certain et des schistes lustrés ont lieu dans une région de plis monoclinaux ; quel que soit l'âge des schistes lustrés, ils se montrent donc alternativement au-dessous et au-dessus du Trias, sans que cela prouve rien. Il faudrait savoir s'ils sont ordinairement en contact avec le Trias supérieur ou le Trias inférieur ; or, ils sont ordinairement en contact avec des cargneules, qui peuvent être inférieures ou supérieures. Les cas rares, où il y a des quartzites ne peuvent même non plus rien prouver, à cause des étirements possibles ; or, ces étranglements, non pas seulement du flanc d'un pli, *mais de tout un pli*, sont presque *la règle autour des massifs amygdaloïdes*. La coupe de Petit-Cœur ou les coupes analogues sont des coupes *normales* autour de ces massifs ; et le même phénomène d'étranglement se reproduit sur le bord *des parties très sinueuses des plis*. C'est ainsi que toutes les fois qu'on a cru trouver une coupe probante dans un sens déterminé (Savoulx, Ubaye), une première révision de la coupe l'a montrée, plutôt favorable à l'interprétation opposée, jusqu'à ce qu'une étude plus complète de l'ensemble ait enfin fait comprendre, qu'aucune coupe isolée ne prouve rien ni ne peut rien prouver.

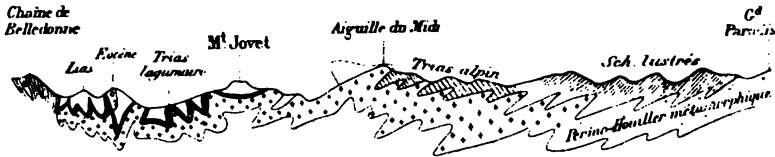
Il me faut dire un mot d'un argument de M. Zaccagna qui trancherait la question, c'est celui d'une *discordance entre les schistes lustrés et les calcaires triasiques*. Nulle part, je n'ai pu voir cette discordance, et je ne connais pas une seule coupe qui constitue même un indice en sa faveur. Je suis retourné plusieurs fois voir toutes les coupes où M. Zaccagna indique la discordance, je me suis astreint à chercher tous les contacts et à les toucher du doigt. Je puis affirmer que partout, sans exception, la concordance est absolue et complète.

M. Zaccagna croit que, là, où elle existe, elle est mécanique et

résulte des énormes compressions subies; je ne doute pas en effet que localement les plissements ne puissent arriver à masquer des discordances réelles; la chaîne de Belledonne et l'Ardenne fournissent, de ce fait, des exemples bien connus; mais l'étude de ces massifs montre, en même temps, que si la discordance peut, par places, être effacée, elle se retrouve dans l'ensemble des observations. Or ici, la concordance *existe partout*, même avec passages ménagés des deux faciès. J'ajoute que toutes mes recherches, jusqu'au milieu de l'année dernière, ont été faites, avec l'idée très arrêtée que les schistes lustrés étaient paléozoïques, que je n'avais donc aucune prévention contre une discordance qui aurait été toute naturelle, et même presque nécessaire pour expliquer l'absence du Houiller si développé au voisinage. Je crois donc pouvoir être absolument affirmatif sur ce point.

Dans ces conditions, comment résoudre le problème? Gerlach l'a résolu dans les Alpes pennines en s'appuyant sur les lentilles de calcaires triasiques intercalées dans les schistes lustrés. Mais on

Fig. 2. — Coupe schématique des Alpes françaises ($\frac{1}{500,000}$)
(structure en éventail)



Les croix indiquent le Permo-Houiller; les parties laissées en blanc sont du Lias ou du Jurassique inférieur.

peut toujours alléguer que ce sont des synclinaux pincés. M. Heim l'a résolu dans les Grisons en montrant la présence de fossiles liasiques, on peut faire la même objection, et dans les Grisons, d'après ce que j'ai vu avec M. Heim, je suis revenu à peu près persuadé qu'elle était fondée, que le Lias incontestable est là, en synclinaux pincés dans la masse des schistes lustrés (*graue Schiefer*).

Il semble donc que, nulle part, on ne puisse trouver de preuves et qu'on soit condamné à un doute insoluble et inévitable. C'est ce qui aurait lieu, en effet, si les Alpes n'étaient pas construites en éventail, et s'il n'y avait pas, au centre de l'éventail, une zone où les couches sont restées à peu près horizontales, et où les superpositions, au

moins dans l'ensemble, ne peuvent s'expliquer que par une postériorité d'âge (fig. 2). Ce sont ces coupes qui ont entraîné ma conviction, ainsi que celle de M. Termier, à qui je les ai montrées, et c'est alors l'attribution des schistes lustrés au Trias qui, en faisant disparaître les dernières difficultés et les exceptions locales, m'a permis d'énoncer les règles générales par lesquelles j'ai résumé la structure de cette partie des Alpes.

C'est naturellement par ces coupes démonstratives que je vais commencer ; j'étudierai ensuite les autres coupes, en discutant les indices qu'elles peuvent fournir, et je montrerai que non seulement aucune d'elles n'implique de contradiction avec les résultats énoncés, mais que toutes (sauf deux), deviennent plus naturelles et plus faciles à comprendre avec la solution triasique, tandis que la solution paléozoïque en laisserait quelques-uns provisoirement inexplicables.

Massifs superposés au sommet de l'éventail.— Dans la région que j'ai étudiée ou dans celles qui lui sont immédiatement adjacentes, il y a quatre montagnes formées de couches à peu près horizontales posées sur l'éventail houiller : au sud, le Thabor, étudié par M. Kilian, puis la croix de Verdon, au-dessus de la vallée des Alules, le Mt Jovet, au nord-est de Moutiers, et la Grande-Sassière, près de la frontière italienne. Ces quatre montagnes forment des pics culminants et isolés, qui dominent les cîmes voisines ; les deux premières sont formées d'assises triasiques indiscutées (quartzites et calcaires) ; les deux autres sont formées de schistes, attribués par Lory et par M. Zaccagna à la formation des schistes lustrés, c'est-à-dire l'une et l'autre à un même niveau, triasique pour Lory et paléozoïque pour M. Zaccagna.

Mt Jovet. — Je résumerai d'abord les conclusions relatives au Mt Jovet. Il a été étudié, il y a deux ans, en détail par M. Potier, qui est arrivé à la conclusion que ces schistes sont du Lias. Il se fondait sur la superposition au Trias supérieur et sur l'analogie avec le Lias à Bélemnites des environs de Moutiers. Mes observations, faites en partie en commun avec M. Kilian, n'ont fait que confirmer cette attribution.

J'ai trouvé la brèche du télégraphe à la base, et près de l'hôtel du Club alpin, les dalles calcaires exploitées sont identiques, sauf les Bélemnites, aux dalles à Bélemnites tronçonnées du col du Golet. A l'est seulement, le faciès change ; les schistes moins calcaires et plus luisants ont un aspect plus cristallin ; au sud du col de Macot,

je les ai trouvés alternant avec des cargneules et des calcaires triasiques; je croirais volontiers que de ce côté au moins la partie inférieure de ces schistes serait triasique.

Quoiqu'il en soit de ce dernier point, la coupe est-ouest déjà donnée dans ma précédente note (1) ne prête à aucune difficulté; les plis très serrés du côté de Moutiers, et faisant reparaitre avant l'Isère trois synclinaux de Lias, un pointement de Houiller (Hauteville) et un pointement de quartzites sont nettement couchés vers l'ouest, et du côté de Champagny, ils sont couchés vers l'est. Directement au-dessous des schistes, on trouve partout le gypse. Une coupe analogue se reproduit tout autour du massif; au nord seulement, l'intercalation de calcaires phylliteux entre les gypses et les schistes doit faire croire à l'existence d'un anticlinal écrasé, non reconnu encore sur les autres versants; je suis porté par l'exemple analogue de la Grande-Sassière, à croire que cet anticlinal se poursuit tout autour du massif, et que c'est lui qui amène au jour les affleurements de serpentine.

L'âge de la serpentine pourrait sembler tranché par le fait, qu'on ne la trouve injectée que dans les calcaires phylliteux. J'ajoute immédiatement que c'est toujours à ce niveau (ou dans les schistes lustrés) que je l'ai trouvée. Mais en réalité, comme elle n'existe nulle part en galets dans aucune assise de la série, on n'a pas de limite supérieure certaine pour son âge, et la question doit rester en suspens.

On voit qu'il reste des incertitudes au M^t Jovet. Mais ce qui est incontestable, c'est qu'il n'y a pas à songer à voir là un îlot paléozoïque, que c'est bien un paquet de Lias, peut-être avec schistes triasiques à la base, *posé sur le sommet de l'éventail*.

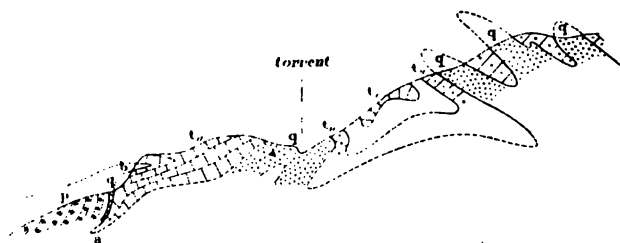
Grande-Sassière. — Passons plus à l'est, à la Grande-Sassière. Les schistes lustrés n'ont plus là aucune ressemblance extérieure avec le Lias; ce sont des calcschistes très luisants, rappelant plutôt certaines intercalations schisteuses dans les calcaires phylliteux. Ils occupent à peu près horizontalement tout l'énorme massif de Pierre-Pointe et de la Grande-Sassière; sur toute leur hauteur, qui est de près de 1000 mètres, ils sont d'une remarquable uniformité. Les calcaires triasiques, avec cargneules et pointements de quartzites, se montrent partout à la base, servant de substratum aux schistes, depuis le passage du Rocher blanc jusqu'à la descente sur les Alpes Vaudet en Italie; et en France, depuis le même col jusqu'à

(1) Même volume, p. 99.

la route de Tignes, c'est-à-dire sur un complet demi-cercle. En ce dernier point, les calcaires cessent un instant, les schistes lustrés, légèrement inclinés vers l'ouest, plongent sous le Permien du M^t Pourri (avec contact visible au ravin de la Gurra). Mais bientôt sur le versant nord, à partir des châteaux de Nasonde, le Trias reparait et plonge régulièrement sous les schistes lustrés jusqu'à la frontière italienne, où M. P. Lory a suivi le contact le long de l'arête de Traversière. Le cercle est là presque complètement fermé; il resterait à suivre les contacts en Italie entre le Val Grisanche et le Val de Rhêmes jusqu'à la fin de la lentille de schistes lustrés que M. Zaccagna indique au-dessus de Rhêmes Saint-Georges. Je n'ai traversé le pays qu'une fois, dans des conditions défavorables. Il m'a semblé que les schistes lustrés reposaient là directement sur le Permo-Houiller, avec intercalation de quelques lambeaux de cargneules. La carte de M. Zaccagna montre même une ceinture intermittente de calcaires saccharoïdes (attribués au terrain primitif, mais bien probablement triasiques).

Ainsi la masse de schistes lustrés est sur presque toute son étendue, superposée au calcaire triasique; là, où il en est autrement, elle repose directement sur le Permo-Houiller; il n'y a qu'une exception sur la route de Tignes. J'ai donné la coupe typique du ravin du Plan, que je reproduis ici et qui permet de se rendre compte de cette exception locale (2 kilomètres au plus; sur un pourtour de plus de 20 kilomètres). Cette coupe (fig. 3) montre

Fig. 3. — Coupe des rochers près de la cascade du ravin du Plan.



p, Permo-Houiller; q, quartzites; t, calc. phylliteux; t_c, cal. compacts.

un synclinal en éventail, dont le bord renversé occidental est presque complètement dénudé. C'est ce pli qui s'ouvre pour englober tout le massif. Jusqu'au-dessus des Brévières, son flanc extérieur est couché vers le M^t Pourri; mais par suite de la

dénudation jusqu'en a) les schistes lustrés reposent sur les calcaires ; en arrivant à l'Isère, les calcaires s'étirent et le pli moins profondément dénudé laisse voir les schistes lustrés, plongeant sous le Permien. Vers Nasonde, le pli devient vertical, puis se couche en sens inverse, vers le nord, c'est-à-dire vers le côté opposé à la Grande-Sassière. La superposition redevient donc régulière à la base des schistes lustrés.

Ainsi, non seulement l'exception locale s'explique très simplement, par le seul examen d'un pli visible sans ambiguïté dans toutes ses parties le long du grand ravin de Plan ; mais si l'on voulait supposer que c'est dans ce point exceptionnel que la stratification est régulière, que les schistes lustrés sont antérieurs au Permien (et par conséquent au Trias), il ne resterait d'autres alternative que de supposer *toute la masse de la Sassière en recouvrement*, et alors il devient inexplicable, *à moins de plissements postérieurs* que la masse charriée s'enfonce en un point sous les terrains qu'elle a recouverts. Mais il y a une autre et plus grande impossibilité dérivant de la structure en éventail ; tous les plis tournent le dos à ce massif auquel il faudrait les faire aboutir. Je ne connais pas jusqu'ici d'exception sur le versant italien, et les exceptions du versant français (Mt Blanc, Belledonne, etc.), si même on voulait leur accorder une importance plus grande que celle que je leur attribue, n'ont rien à voir dans la question puisqu'il n'y a pas de schistes lustrés de ce côté.

Si maintenant ces preuves, qui me semblent irréfutables, ne paraissaient pas suffisantes, il y en a de plus probantes encore, quand on observe les abords du massif, au nord et au sud, au-dessus du Plan (les Clous) et à Picheri. D'un côté, on voit une colline isolée en forme de piton abrupt, au fond d'un cirque dont les sommets, composés de Permien, de quartzites et de calcaire triasique, le dominant de trois côtés, reposent sur une base de calcaires triasiques ; cette colline est formée de schistes lustrés identiques à ceux de la Sassière qui sont en face, et à la base, il y a alternance de ces schistes et des calcaires phylliteux. Mais à Picheri les choses sont plus nettes encore ; si l'on gravit au sud du Saut, la muraille de quartzites qui domine le hameau, on trouve sur ces quartzites des calcaires triasiques presque horizontaux, puis des schistes lustrés avec intercalation de roches vertes ; plus haut, au-dessus du petit lac, en gravissant le bord de la moraine vers le col qui mène au pied du Dôme, on a, à sa gauche, la grande muraille de Picheri, où l'on voit par des alternances innombrables se faire le passage

des schistes aux calcaires triasiques. Les couches sont peu inclinées et le passage est aussi net, aussi frappant que celui que j'ai montré à la Société géologique dans les falaises de Cassis à la Ciotat, entre les poudingues, les grès et les calcaires à Hippurites du Turonien.

Les roches vertes, dont j'ai cité l'intercalation, seraient au besoin un argument de plus. Ces mêmes roches se retrouvent en face, en lentilles allongées dans les schistes lustrés de la Sassièrre. Ce sont dans les deux cas des agrégats de quartz et de chlorite, mélangés de feldspath. Ce n'est pas une roche éruptive franche, et le nom de schistes chloriteux est celui qui semblerait le mieux lui convenir ; c'est en tout cas, une roche très spéciale, dont la récurrence et la juxtaposition fortuite à deux niveaux d'âge très différents seraient tout à fait invraisemblables.

Ainsi les schistes de la Grande-Sassièrre sont incontestablement superposés au Trias, et ils passent latéralement au Trias. Toute tentative d'en faire autre chose que du Trias serait un défi à l'évidence. Ajoutons encore, qu'il s'y intercale au Rocher blanc (29), une grande lentille de calcaires triasiques qui prend au rocher même une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, et à peu de distance, au nord comme au sud, finit en coin dans les schistes. Tout au plus, pourrait-on donc supposer, vu la grande épaisseur des schistes, que leur dépôt s'est continué uniformément pendant les époques subséquentes au Trias, et que le sommet représente déjà le Lias. C'est une hypothèse qui n'aurait rien que de raisonnable, mais en faveur de laquelle manque tout indice positif.

Les rapports très nets et très facilement observables de la stratification, autour de la Grande-Sassièrre, permettent de préciser là ce que j'ai indiqué hypothétiquement pour le Mt Jovet : je veux parler d'un anticlinal écrasé entourant le massif. Il y aurait d'ailleurs encore un autre trait de ressemblance remarquable, par suite de la présence de serpentines et d'euphotides dans les calcaires triasiques qui servent de base aux schistes. Ces serpentines et ces euphotides (ces dernières plus rares) se trouvent au col du Rocher blanc, le long de la descente au plateau italien, et en France au Chatelard. Les calcaires où elles sont intercalées me semblent incontestablement être du Trias inférieur, comme les marbres phylliteux du Jovet. Le froissement si particulier des schistes du Jovet ne se produit pas à la Grande-Sassièrre ; par contre le métamorphisme du Trias y est beaucoup plus accusé ; les calcaires triasiques passent par places (au pied du passage du Rocher blanc et près du col de la Foglietta), à des marbres très cristallins, rappe-

CARTE GÉOLOGIQUE
d'une partie
de la MAURIENNE et de la TARENTAISE
(Zone frontière entre le P.^t S.^t Bernard
et le tunnel du M.^t Cenis.)





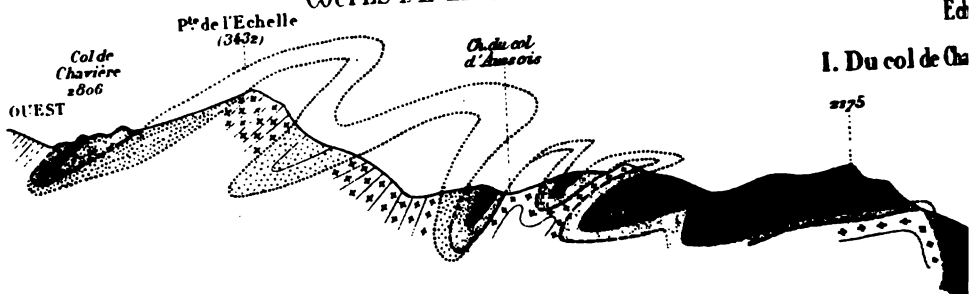
1850

1850

1000

COUPES DE LA MAURIENNE ET DE LA TARENTAISE

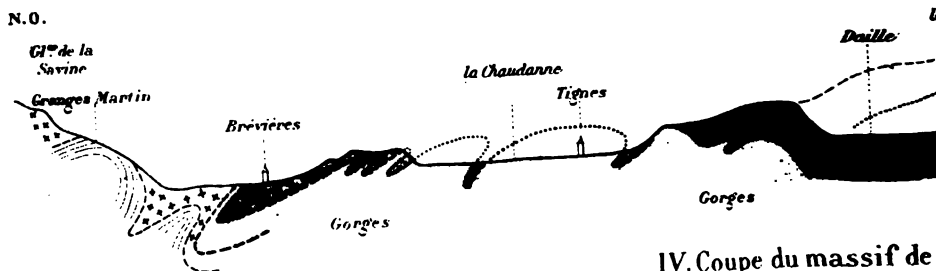
Ed



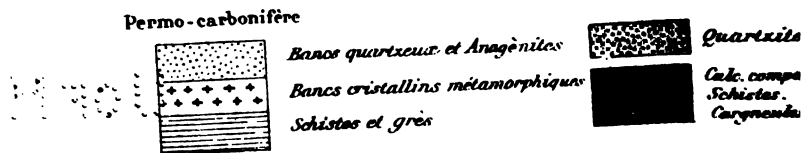
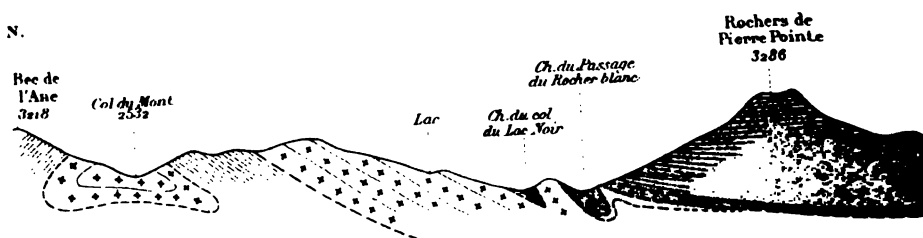
II. Coupe prise parallèlement plus au Sud



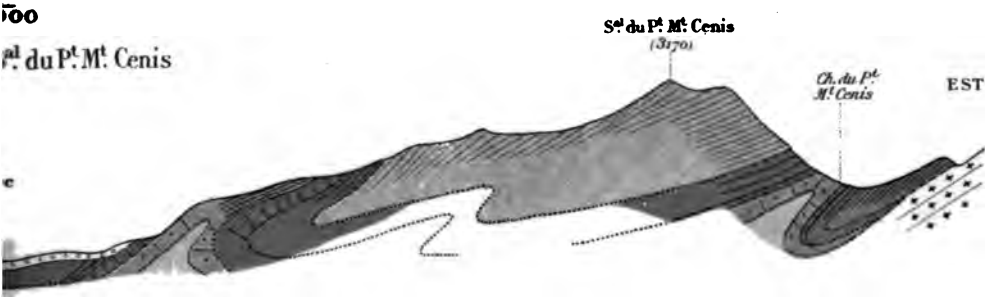
III. Coupe brisée prise le long de l (avec vue du mas



IV. Coupe du massif de



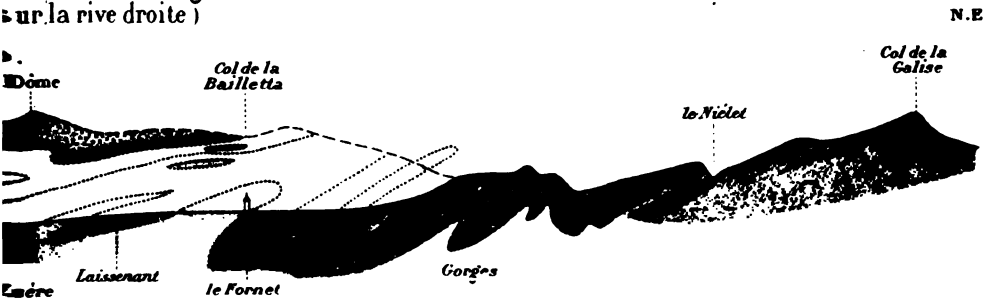
à peu près normalement à la direction des plis).



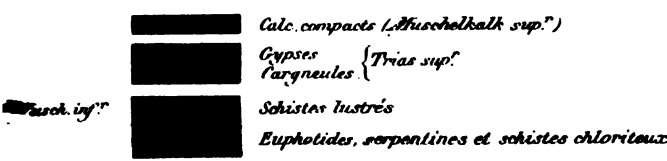
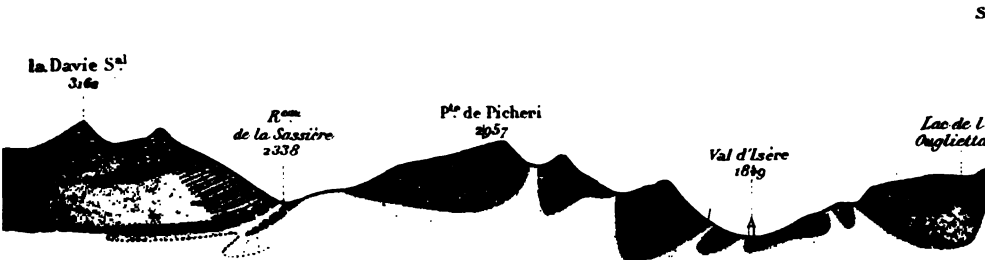
aux (Modane) aux glaciers d'Etache et d'Ambin.



de la Galise aux glaciers du M.^t Pourri
(sur la rive droite)



du col du Mont à Val d'Isère.



1000



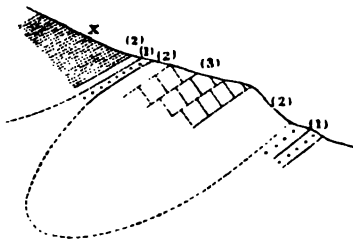
U C B

1401

lant certains cipolins et contenant de larges paillettes de mica blanc.

Mais le point important pour la suite est d'établir l'existence de l'anticlinal de ceinture. Je résume donc une seconde fois la suite des observations déjà décrites : si l'on prend pour point de départ la coupe déjà citée du ravin du Plan, on peut constater que les synclinaux intermédiaires figurés dans la masse des quartzites ne se suivent pas longtemps vers le nord ; après les complications presque inextricables qui font un véritable brassage de quartzites et de calcaires le long de la crête 2656, on voit les divers bancs de quartzites se réunissant, avant l'arête qui domine St^e Foy, en une seule masse, formant un seul anticlinal ; c'est dans cet anticlinal que s'ouvre le synclinal de la Grande-Sassière. Des deux masses de quartzites qui l'encloivent, l'une monte à l'est et se suit par une série de pointements, jusqu'au versant italien ; l'autre disparaît d'abord sous la masse énorme des éboulements de Pierre Pointe ; mais de l'autre côté, s'il n'y a plus de quartzite, j'ai retrouvé deux pointements de Houiller au milieu du Trias, et sur la route de Tignes la coupe, donnée page 103, montre un banc de calcaire marbre intercalé, qui représente la suite du synclinal extérieur, et permet ainsi de fixer la place de l'anticlinal de ceinture. Ce même anticlinal ramène encore une bande de Houiller (schistes noirs) directement au milieu des calcaires phylliteux à Orsière, et plus loin des schistes bigarrés permien et des quartzites près de la Reviette. L'observation, à cause des éboulis, n'est plus guère possible jusqu'à la Traversière, où c'est sans nul doute le même anticlinal qui fait reparaitre le

Fig. 4.



Permo-Houiller. Ainsi là, le fait soupçonné au Mt Jovet paraît bien net : la Grande-Sassière est un large pli synclinal brusquement ouvert en forme de cuvette (ou noyau inverse) au milieu d'un anticlinal qui se bifurque et suit les bords de la cuvette en s'étirant.

Il est bon d'appeler dès maintenant l'attention sur les conséquences de cette structure. Si l'on cherche à établir la coupe des bords d'un semblable massif, on trouve une superposition régulière brusquement interrompue par un ou plusieurs bancs isolés, concordants avec le reste, mais plus anciens que ce qui les entoure et représentant l'anticlinal étiré, par exemple comme dans la figure (fig. 4). Supposons que dans cette figure, (1) représente les quartzites, (2) le Muschelkalk inférieur, et (3) le Muschelkalk supérieur; si tous les termes sont découverts, l'interprétation est facile; elle reste claire si le Muschelkalk inférieur s'étire et disparaît au-dessous du banc supérieur de quartzites; mais s'il s'étire également au-dessus de ce banc, l'apparence devient celle d'une série renversée dont x serait le terme le plus ancien. C'est un phénomène semblable qui a fait de Petit-Cœur une énigme célèbre, avec cette différence que là, c'était un synclinal qui était écrasé, et que comme l'âge relatif des schistes x ne pouvait être douteux, le problème était relativement facile à résoudre. Mais dans le cas, où l'âge des schistes x est une des inconnues du problème, on peut dire que la difficulté est inextricable et insoluble; il faut que cet âge soit d'abord établi en d'autres points.

Massifs de ceinture du Grand-Paradis. — Il reste maintenant à aborder l'étude des autres massifs. Dans l'ensemble, ils forment un énorme pâté montagneux, entourant le Grand-Paradis et s'étendant de là, à peu près jusqu'à la ligne qui joint la source de l'Isère à la Vanoise et à Thermignon, dans la vallée de l'Arc, puis à Bramans et au Petit M^t Cenis. Ce grand ensemble est subdivisé en plusieurs parties par des bandes, en général très étroites, de calcaires et de cargneules qui le traversent sur de grandes longueurs.

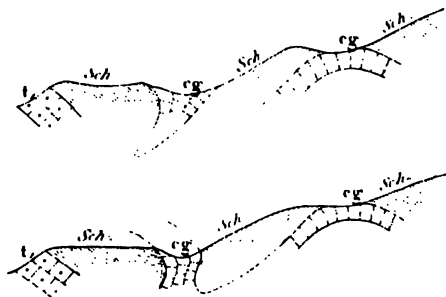
Pour mettre un peu d'ordre dans la description, je prendrai d'abord les massifs complètement ou presque complètement isolés par une ceinture de calcaires triasiques (Sana, Ouglietta, Iseran), puis j'aborderai l'étude du grand massif qui entoure le Grand-Paradis; j'examinerai en dernier lieu le massif (isolé sur ma carte, mais se soudant plus au sud avec le massif principal), que traverse le tunnel de Modane à Bardonnèche, et je terminerai par quelques considérations sur les coupes du Queyras et de l'Ubaye.

Massif de la Sana. — Le massif de la Sana est celui dont M. Termier a déjà décrit un des bords (col de la Leisse et Entre-deux-Eaux) en parlant du massif de la Vanoise. Cette partie ne rentrant qu'indirectement dans le champ d'études de M. Termier, il a adopté

sans discussion l'opinion qui était alors donnée comme définitive, et il a dû considérer les schistes lustrés comme poussés vers l'ouest au-dessus du Trias. M. Termier, du reste, avait bien vu la difficulté; il faut, dans les schistes lustrés, admettre l'existence de cargneules, et dans les calcaires triasiques sur lesquels ils auraient été poussés, l'intercalation de schistes presque identiques aux schistes lustrés. Ce serait là un exemple, certainement possible, mais bien curieux, de *mindtisme*.

En réalité, le chemin du col de la Leisse, où je suis retourné cette année avec M. Termier, reste, à son avis comme au mien, sur des calcaires phylliteux régulièrement inclinés vers les schistes lustrés; les calcaires compacts qui y sont intercalés ne sont pas les *calcaires francs* typiques de M. Termier, mais des calcaires jaunâtres magnésiens, qui me paraissent se retrouver à différents niveaux. Je suis donc porté à considérer leur intercalation comme régulière, et non pas comme le résultat d'un pli. Au dessus de ces assises, sur le flanc du versant de la Sana, on trouve, régulièrement superposée, une série de gypses et de cargneules dans lesquels, à partir du col, commencent à s'intercaler des lentilles de calcaires francs; cette série représente donc au moins le Muschelkalk supérieur, et peut-être le Trias supérieur. Puis viennent les schistes lustrés, dont la superposition en beaucoup de points, notamment en descendant du col de Fresse, est manifeste et peut se toucher du doigt.

Fig. 5 et 6. — Coupe du versant oriental du ravin de la Leisse (double interprétation)



t., calcaires phylliteux; cg, cargneules; Sch, schistes lustrés.

A partir du plan de Nette, et même à partir du Genepy, la coupe devient moins certaine. Les schistes lustrés semblent s'incliner vers le thalweg, c'est-à-dire vers le Trias; en même temps les calcaires phylliteux *passent latéralement* à des schistes identiques aux schistes

lustrés. Dans un des grands ravins qui sont à l'est du plan de Netto on peut voir la coupe suivante (fig. 5 et 6); les schistes de droite font partie du massif des schistes lustrés; les schistes de gauche passent à quelques centaines de mètres aux calcaires phylliteux; ces deux séries de schistes sont séparées par une vingtaine de mètres de cargneules et sont *indistinguables*; on ne peut se refuser à voir là un simple synclinal (fig. 5) ou une simple intercalation de cargneules dans les schistes (fig. 6). Or, ces cargneules sont celles qu'on suit sans interruption depuis le lac de Tignes. Plus haut, en plein massif des schistes lustrés, on retrouve un affleurement de calcaires et cargneules triasiques, formant nettement une voûte dans les schistes. Cet anticlinal secondaire explique bien le changement apparent de pendage signalé sur le bord du massif; il suffirait d'ailleurs à rendre inadmissible l'idée du *recouvrement*.

Au nord, le massif de la Sana se termine au-dessus du lac de Tignes par un long promontoire de schistes horizontaux, entourés de tous les côtés par des gypses qui en forment la base. Entre des gypses et des schistes qui s'éboulent facilement, on ne peut pas voir de contact; mais la superposition ne peut guère faire de doute; elle est particulièrement évidente, quand on considère cette pointe, sous un bon éclaircissement, d'un des sommets voisins.

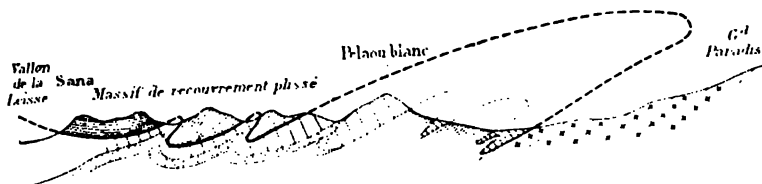
La bordure orientale du massif est très sinueuse; elle montre d'abord, quand on suit la ligne du contact avec les gypses, des lentilles de serpentine, malheureusement sans contact visible; puis elle lance vers l'est un nouveau promontoire assez large où les schistes sont extraordinairement plissotés. Plus loin, le long du Mt Charvet, la série normale du Trias, composée de calcaires phylliteux, de calcaires francs et de cargneules, s'incline régulièrement vers les schistes lustrés. A une centaine de mètres, au-dessus du contact probable, masqué par un Glaciaire assez récent, on trouve une lentille d'euphotide. La limite ensuite s'infléchit de nouveau vers l'est; les schistes lustrés poussent une série de pointes au milieu des calcaires sur lesquels ils reposent ou qu'ils recouvrent alternativement. Cette sinuosité des contours et cette alternance de superpositions inverses, indiquent l'existence d'une série de plis isoclinaux *couchés vers l'est*. Le dernier de ces plis limite le massif de schistes lustrés à une bande de calcaires, qui partout, en forme nettement le substratum, et qui va presque rejoindre, dans le vallon de la Rocheure, celle du col de la Leisse.

En résumé, le massif de la Sana est, *dans son ensemble*, superposé aux calcaires triasiques; ceux-ci pénètrent seulement dans le

massif par une série d'indentations correspondant à une série de plis couchés, qui, par conséquent, montrent sur leur flanc occidental le calcaire au-dessus des schistes. Dans l'hypothèse d'un recouvrement, il faudrait supposer sur le bord du Grand-Paradis un grand pli *couché vers l'ouest*, alors que tous les pendages sont vers l'ouest, supposer en d'autres termes que la dénudation a enlevé non seulement toute trace de la charnière synclinale, mais même toute trace de l'inflexion des couches qui l'annoncerait ; il faudrait de plus, supposer que cette masse de recouvrement a été postérieurement affectée d'un système de plis couchés en sens inverse du mouvement principal (fig. 7). Cela n'est pas rigoureusement impossible ; mais cela est bien compliqué et bien invraisemblable. De plus, la coupe du Plan de Nette, avec la voûte irrégulière de cargneules triasiques dans les schistes lustrés, resterait inexplicable et inexplicable.

J'ajoute maintenant que, si, en face du promontoire de la Thouvrière, on va explorer, sur l'autre versant du lac, le chemin du col de la Tourne, on trouve, sous les rochers de Chardonnell, une masse importante de schistes noirs, intercalés sans doute possible dans les calcaires triasiques. C'est le niveau des schistes décrits par M. Termier près de Pralognan ; ils sont là un peu plus métamorphiques qu'à

Fig. 7. — Coupe du Grand-Paradis à la Sana, dans l'hypothèse d'un recouvrement.



Le trait plein et le trait ponctué qui le prolonge, indiquent le trajet qu'ont dû subir les schistes lustrés, si, malgré leur position *actuelle*, on les suppose antérieurs au Trias.

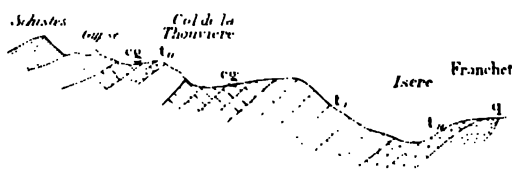
Pralognan, et M. Termier, qui les a visités, les a rapportés sans hésitation au Trias ; or, ce métamorphisme un peu plus accentué suffit à les rendre tout semblables à ceux de la Sana. C'est, avec moins de netteté, le même passage latéral qu'à Picheri.

Il faut donc, là encore comme à la Grande-Sassière, conclure que les schistes lustrés sont plus récents au moins que la base du Trias. Si l'on se bornait à l'examen du massif, les preuves seraient sans doute moins irrésistibles qu'à la Grande-Sassière. Mais comme

L'identité des schistes ne peut être mise en doute, ces preuves s'ajoutent et sont alors sans réplique.

Il reste pourtant une difficulté : les schistes de la Grande-Sassière sont superposés au Trias inférieur ; ceux de la Sana semblent *super-*

Fig. 8. — Coupe de Franchet à la Thouvière.

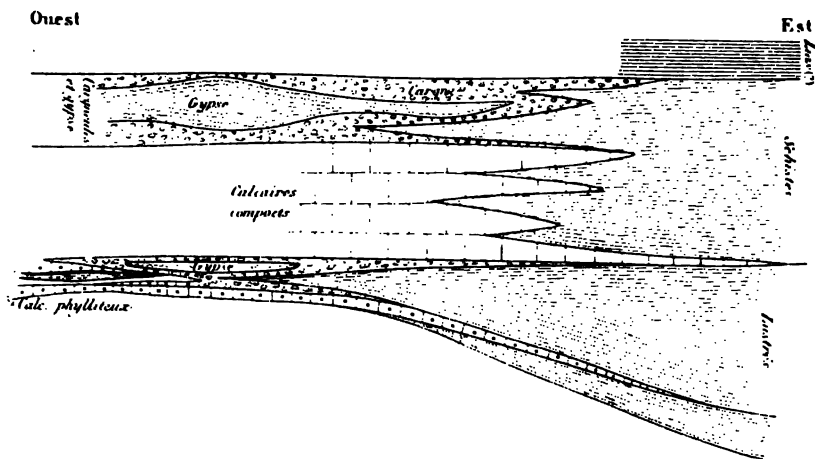


q, quartzites ; t_u , calcaires phylliteux ; t_c , calcaires compacts ; cg, cargneules.

posés au Trias supérieur. La coupe de la vallée de l'Isère à la Thouvière ne m'a pas paru, en effet, susceptible de deux interprétations (fig. 8) : quartzites à Franchet, calcaires marbres et calcaires phylliteux dans les gorges (avec une brusque et curieuse intercalation de schistes noirs près du pont détruit de l'ancien chemin de Val d'Isère), puis la grande masse des calcaires francs, formant escarpement et surmontés par les cargneules du col de la Thouvière ; tous les termes de la série typique se présentent donc dans leur ordre normal. Il est vrai que la crête, que longe le chemin, avant de descendre sur le lac laisse réapparaître les calcaires francs et les calcaires phylliteux ; c'est la trace d'un pointement anticlinal, qu'on voit commencer sur les bords du lac, mais que je n'ai pu suivre plus loin, vers l'est, dans les cargneules (et calcaires caries) très développées au pied de Belvedere. Peut-on en conclure que les cargneules que sépare ce pointement ne sont pas du même âge ? L'interprétation semblerait un peu forcée ; d'autant plus qu'il faudrait continuer très loin vers le sud cet *anticlinal virtuel*. Je compte reprendre en détail l'examen de cette ceinture, que j'ai pourtant bien des fois parcourue ; mais jusqu'à nouvel ordre, tous les indices sont pour que les schistes lustrés de la Thouvière soient superposés à tout le Trias, ou du moins, pour qu'ils n'en représentent que la partie tout à fait supérieure, peut-être unie au Jurassique. La coupe du plan de Nette devrait alors recevoir l'interprétation indiquée dans la fig. 6. Au point de vue théorique, le passage vers l'est des calcaires triasiques aux schistes lustrés, se ferait d'abord pour la partie inférieure, puis pour la partie supérieure, et plus loin seulement pour la partie moyenne, conformément au schéma ci joint (fig. 9).

Le massif de la Sana, contrairement à ce que j'ai dit d'abord (1) n'est pas comparable pour sa structure aux massifs précédents. On est là en face, non pas d'un noyau, mais d'une zone d'abaissement de l'axe des plis successifs, à peu près normalement à leur direc-

Fig. 9. — Schéma théorique du passage du Trias calcaire aux schistes lustrés.



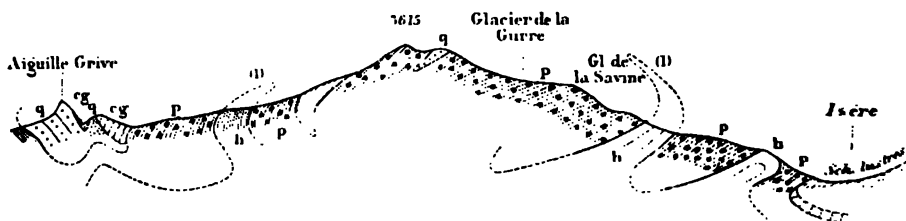
tion. Ces plis, sans être pour cela interrompus, ne laissent plus dans cette zone abaissée affleurer que les schistes lustrés ; mais il n'y a pas d'anticlinal étiré entourant le massif, comme suffiraient à le montrer le seul examen des contours et des indentations de calcaires pénétrant dans les schistes.

Massif de l'Iseran. — Le massif du Mont Iseran fournit un nouvel exemple de cette sorte de structure. J'ai expliqué comment on pouvait le relier à la coupe des gorges du Prarion, près des sources de l'Isère. Cette coupe montre une série puissante de calcaires, dont on peut suivre sur la rive gauche tous les contournements, et dans lesquels s'intercalent sur la rive droite deux bandes schisteuses, très semblables aux schistes lustrés. Pour la première (en amont des gorges et au-dessus du ravin du Néclet), je n'ai pas le moyen de décider s'il s'agit d'une simple intercalation ou d'un pli anticlinal ; mais pour la seconde, les contournements *visibles* des couches, aussi bien que leur succession montrent incontestablement qu'il s'agit d'un pli synclinal. Les schistes (fig. 10) (fig. 14 de l'autre note), sont enclavés entre deux bandes de calcaires francs,

(1) *C. R. Ac. Sc.*, 22 janvier 1894.

auxquels succèdent de part et d'autre les calcaires phylliteux. Or, cette bande synclinale, représentant déjà un terme élevé du Trias, traverse l'Isère, s'élargit, et va au sud, grâce à la terminaison des

Fig. 10. — Coupe du Mont Pourri de l'est à l'ouest ($\frac{1}{80000}$)



h, Houiller ; p, Permien et Permo-Houiller métamorphique ; q, quartzite ; cg, cagneules.

Le pli marqué (1) n'est dans cette coupe qu'un même pli sinueux, rencontré deux fois par la seconde ligne de coupe.

calcaires intermédiaires sous la pointe du Vallon, rejoindre la bande d'amont, pour former avec elle la masse du Mont Iseran avec l'arête des Lessières.

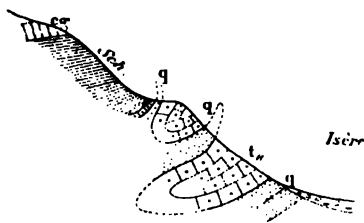
Le nouveau massif de schistes lustrés ainsi formé est limité à l'est par une bande étroite de calcaires et de cagneules très cristallins, *prolongation ininterrompue* du Trias du Prarion. Cette bande passe au col de Pers, où j'ai signalé son allure anticlinale (présence des quartzites) ; elle suit de là, le vallon jusqu'au chemin du col du M^t Iseran, puis remonte en ligne droite jusqu'au pied de l'Ouille de Trélètes et au glacier des Roches. Je ne l'ai pas suivie plus loin, et je ne sais encore s'il faut, comme l'indiqueraient les directions, la faire correspondre aux affleurements de la Fesse, au-dessus de Lans-le-Villars.

A l'ouest, une autre bande de calcaires triasiques avec quelques pointements de quartzites sépare le massif de celui de la Sana ; cette bande part du Val d'Isère, suit le ravin de l'Arselle, forme les sommets de l'Arselle et du Pelaou Blanc, puis va par le glacier des Fours au dessous de la pointe du Pisset rejoindre le vallon de la Rocheure. Elle arrive là, près de Font Gaillarde, presque au contact de la bande du col de la Leisse ; mais, au lieu de se souder avec elle, elle remonte, d'après les observations de M. Termier, jusqu'en haut du Vallon Brun, où elle forme une voûte surbaissée, plongeant de part et d'autre sous les schistes lustrés des sommets voisins. Là encore, de nouvelles cour-

ses sont nécessaires pour connaître la continuation ; mais il est très probable qu'elle va se raccorder (avec ou sans interruption) aux affleurements déjà signalés de la Fesse, qui semblent en effet former un double pli anticlinal. Le massif de l'Iseran viendrait ainsi se fermer au-dessus de Lanslebourg.

Cette seconde bande est beaucoup plus complexe que la première. Au-dessus du Val d'Isère, la complication est extrême, et tout à fait

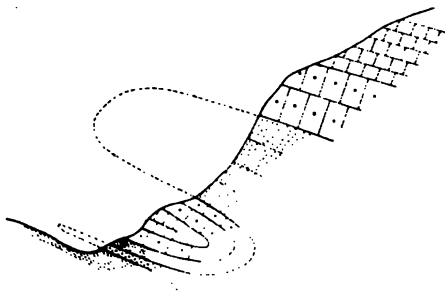
Fig. 11. — Coupe au-dessus du Val de l'Isère (rive gauche).



q, quartzites ; t., Muschelkalk inférieur ; cg, cargneules.

de même ordre que celle que j'ai décrite (voir note précédente fig. 11) entre le Fornet et les Lessières. Dans l'escarpement de la rive gauche de l'Isère, les quartzites reparaissent à trois niveaux, trois fois surmontés par les calcaires marbres et les calcaires phylliteux, (fig. 11). C'est au-dessus de cet ensemble que reposent presque horizontalement les schistes lustrés du sommet 2243. Les éboulis et les prés

Fig. 12. — Coupe au confluent de l'Arselle.

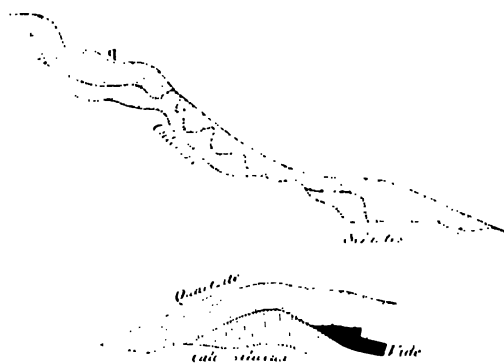


Les quartzites, marqués en pointillés, forment à la base une intercalation d'un mètre entre les schistes lustrés et les calcaires phylliteux, eux-mêmes très schisteux ; plus haut, ils forment une intercalation puissante au milieu des calcaires phylliteux.

empêchent de voir le contact ; mais c'est la dernière bande calcaire qui semble partout former l'affleurement le plus voisin des schistes.

Vu sa minceur, il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'elle s'étirât par places, et la signification de la coupe n'en serait pas changée. Or, c'est justement ce qui se produit un peu à l'ouest dans la vallée du Manchet: en face du Jozerey les quartzites s'appuient directement sur les schistes lustrés, et on retrouve la même disposition au confluent du ravin de l'Arselle. Cette dernière coupe est très remarquable; elle a déjà été donnée par M. Zaccagna, mais en y introduisant une discordance absolument contraire à tout ce que j'ai pu observer. Le premier banc des quartzites (fig. 12) n'a que 3 mètres et est suivi de schistes noirs avec calcaires lustrés, épais de 6 mètres, et ressemblant beaucoup aux schistes lustrés de la base. Puis viennent 30 mètres de calcaires, surmontés de nouveau par une grande épaisseur de quartzites; à mi-hauteur de l'escarpement (300 mètres environ) reviennent les calcaires (calcaires phylliteux et calcaires compacts). Dans cette coupe, l'existence d'un *synclinal écrasé* est manifeste, et la conclusion qu'elle semble indiquer, c'est que ce synclinal écrasé repose sur les schistes lustrés plus anciens et par conséquent antétriasiques. Mais la coupe voisine du Val d'Isère doit faire naître le soupçon qu'il peut y avoir là aussi un *anticlinal*

Fig. 13 et 14. — Contact des quartzites, des calcaires et des schistes au-dessus de l'Arselle.



écrasé au-dessous du synclinal; cela est d'autant plus probable qu'au fond, d'après le tracé des plis voisins, c'est la même coupe qui, non visible dans l'enterrail, a tourné autour du massif de schistes lustrés; et la preuve s'en trouve dans ce fait, que le banc des quartzites inférieurs, suivi plus à l'est, ne reste pas en contact avec les schistes lustrés, mais forme le centre d'un anticlinal flanqué des deux côtés de calcaires triasiques et contenant même en son centre un peu de

Permien. Cet anticlinal est d'ailleurs remarquable à plusieurs points de vue, d'abord par la limite curieusement zigzagüée, qu'il permet de suivre au-dessus de la cascade de l'Arselle, entre les quartzites et les calcaires, *avec discordance apparente des schistes qu'ils surplombent* (fig. 13 et 14); ensuite par les nombreux morceaux de Permien métamorphique dont il a semé le sommet calcaire du Pelaou Blanc. Ce sommet (3200^m environ) qui n'est dominé que de quelques centaines de mètres par les sommets déjà éloignés de la Vanoise ou de la crête frontière, est formé de calcaires triasiques reposant normalement, comme nous le verrons, sur les schistes lustrés; aussi l'étonnement est-il grand d'en trouver la surface couverte de fragments de schistes cristallins. Aucun apport glaciaire n'est possible, vu la situation topographique; il faut donc admettre que ces fragments sont le produit du démantèlement sur place d'une nappe permo-houillère qui recouvrait le sommet. L'anticlinal dont je viens de parler en donne l'explication.

Malgré l'extrême complication de ce petit coin, toutes les données notées dans mes visites successives se trouvent tellement d'accord avec la solution qui s'en est finalement dégagée, qu'elle ne fait pour moi l'objet d'aucun doute. Il n'est pas jusqu'à la petite bande de schistes noirs (de 6^m d'épaisseur), signalée dans la coupe du Manchet, au-dessus des premiers quartzites, qui ne se retrouve, plus développée, sur le même flanc de l'anticlinal, le long du ravin oriental du glacier des Fours, et les points où disparaissent les deux bandes de quartzites correspondent à la ligne générale d'abaissement de tous les plis, indiquée à propos de la Sana. La superposition locale des quartzites aux schistes lustrés s'explique donc d'une manière très satisfaisante et ne peut pas créer un argument en faveur de l'antériorité de ces schistes.

Il résulte de ces développements que les pics de l'Arselle et du Pelaou Blanc correspondent dans leur ensemble à un pli synclinal. Cette remarque est utile pour interpréter une observation intéressante de M. P. Lory. M. P. Lory a vu, au-dessus du sommet du Pelaou Blanc, sur le flanc est, un filon et un épanchement de serpentine, qui, au dire du guide Blanc qui nous a tous deux accompagnés, et qui connaît bien les roches du pays, était masqué par la neige lors de ma visite. Voici ce que m'écrit M. Lory à ce sujet: « au N. et à l'E. du Pelaou Blanc, les calcaires du sommet reposent, non pas directement sur les schistes lustrés, mais sur *un épanchement de serpentine*. On voit cette roche, partie fibreuse, partie compacte, traverser les schistes en un *filon* puissant, pourvu d'une salbande

blanchâtre. Cette roche éruptive ne traverse pas les calcaires, autant que je l'aie vu ; elle s'intercale en nappe entre les schistes et les calcaires. Sur la serpentine on observe la succession suivante : marbre phylliteux ressemblant à un cipolin ; roche verte du type ordinaire ; calcaire à zones siliceuses, calcaire franc du sommet. »

Cette observation de M. P. Lory est importante à un double point de vue : elle montre que là, les schistes lustrés sont bien normalement au-dessous des calcaires triasiques, et qu'ils ne peuvent représenter qu'un terme très inférieur du Trias (base des calcaires phylliteux ou quartzites) ou un terme plus ancien. Cette dernière hypothèse me semble à rejeter, non pas seulement à cause de l'ensemble des faits discutés dans cette étude, mais parce qu'au pic voisin de l'Arselle, les schistes alternent avec les premiers calcaires. De plus, elle fournit une donnée sur l'âge de la serpentine, donnée encore insuffisante, il est vrai, parce que l'intercalation de la serpentine entre les schistes et les calcaires peut être le résultat d'une intrusion postérieure et non d'une coulée contemporaine. Il n'en est pas moins remarquable, que partout où des intercalations de ce genre peuvent se dater (M^t Jovet, le Chatelard), elles se placent dans le Muschelkalk inférieur.

La serpentine du Pelaou Blanc fait partie d'une double bande de roches vertes (roches quartzo-chloriteuses) qu'on peut suivre d'une part entre le lac de l'Ouglietta et le glacier des Lessières, de l'autre sur le flanc oriental de l'arête des Lessières. Ces deux bandes se rapprochent dans les escarpements qui sont au-dessous de l'Arselle et du Pelaou Blanc ; elles vont passer au col des Fours (sommet et descente sur Val d'Isère), et elles se retrouvent à la pointe de Méan Martin (arête qui limite le glacier des Fours, serpentine et euphotide), et jusqu'au-dessus du glacier de Véfrette. Toutes ces bandes de roches vertes, malgré leur intermittence et leurs renflements locaux, me semblent à peu près rigoureusement interstratifiées, et quand on aura pu les suivre exactement, ce qui exigera des courses longues et fatigantes, je ne doute pas qu'elles ne puissent fournir de précieuses données stratigraphiques.

Les cargneules et calcaires du lac Ouglietta, situés précisément entre ces deux bandes de roches vertes, me semblent jusqu'à nouvel ordre *interstratifiés dans les schistes* ; je n'ai pas du moins reconnu de pli anticlinal ou synclinal, auquel ces affleurements fassent suite ; mais je ne peux encore rien affirmer à ce sujet.

En résumé, pour le massif de l'Iseran, le fait capital est que la plus grande partie du massif est l'épanouissement d'un synclinal

de Trias supérieur, marqué d'une manière incontestable dans les gorges de l'Isère. Le reste du massif, où la continuité indique l'existence au moins de deux autres plis, serait formé par un équivalent latéral schisteux du Trias moyen et supérieur, mais on ne voit pas les passages latéraux comme à Picheri. L'étude du contact avec les bandes triasiques qui limitent le massif (col Pers, Vallon Brun) est également favorable à la solution triasique, la seule indication contraire qui semblerait d'abord résulter de la coupe du Manchet, se transforme dans le même sens, quand on rapproche la coupe des coupes voisines. Si à ces arguments de valeur différente, on ajoute que les schistes de l'Iséran sont lithologiquement les mêmes que ceux de la Sassièrè et de la Sana, et qu'ils sont même, par Font Gaillarde, en continuité avec ces derniers, leur attribution au Trias ne peut plus faire de doute.

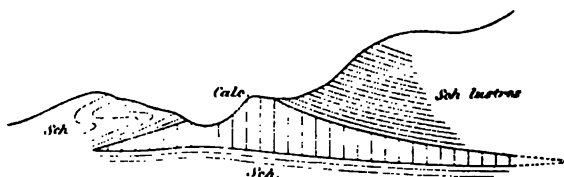
Massif de bordure du Grand-Paradis et du Mont Cenis. — L'identité de ces schistes avec les précédents est complète; la continuité de la bande calcaire qui séparerait ces deux massifs n'est même pas établie, et cette bande, comme je l'ai déjà dit, forme au Vallon Brun, une voûte régulière qui plonge de part et d'autre sous les schistes de l'un et de l'autre massif. La même solution s'impose donc à priori; mais il importe, là encore, d'examiner les faits en eux-mêmes, et de voir si, nulle part, ils ne semblent impliquer de contradiction.

Je rappelle d'abord que, sur le bord du massif du Grand-Paradis, il y a parfaite concordance entre les gneiss et les schistes, le passage se faisant par des schistes micacés, qui ne deviennent calcarifères qu'à une certaine distance du massif cristallin. Près de la base de ces schistes micacés, par places, même au contact direct des gneiss, s'intercale une bande de calcaires et de cargneules que j'ai pu suivre sans discontinuité sur une longueur de 12 kilomètres. Une seconde bande, également continue sur la même longueur, arrive à dépasser 100 mètres de puissance, et se poursuit même par intermittences jusqu'à 6 kilomètres plus à l'ouest, auprès des châteaux de Cueigne. Ces deux tralnées *incontestablement triasiques* sont même séparées, près des Verdettes, par une troisième bande calcaire de même composition. Au-dessous de l'Ouille de Rei, j'ai trouvé un peu de serpentine intercalée dans ces calcaires.

Sur la rive gauche de l'Arc, les calcaires ne sont pas continus; mais des traces intermittentes s'en retrouvent à des niveaux correspondants: en face de Bonneval et sous le roc de Parei pour le niveau inférieur; vallon d'Audagne et flanc sud de la pointe d'Au-

tagne pour le niveau supérieur. Je dois même ajouter que le troisième de ces affleurements m'a paru (fig. 15) se terminer lenticalement dans tous les sens, et que, s'il est trop restreint pour fournir à lui seul un argument décisif, il présente au moins toutes les apparences d'un passage latéral. J'ai expliqué d'ailleurs, qu'à moins d'admettre l'intercalation régulière, par sédimentation, des calcaires dans les schistes, cette disposition mène à concevoir l'exis-

Fig. 15.



tence d'un grand pli, couché sur près de 12 kilomètres et presque horizontalement au-dessus de la pointe du massif cristallin. Ce pli ne peut être qu'un pli synclinal, et en essayant de le reconstituer, on ne lui trouve une forme admissible que si les bandes de calcaires en forment les bords, et si, par conséquent, les schistes intercalés en occupent le centre. On retombe donc toujours ainsi sur la solution triasique. Je rappelle encore que c'est dans le centre de ce pli que se trouverait l'énorme développement des roches vertes du sud du Grand-Paradis.

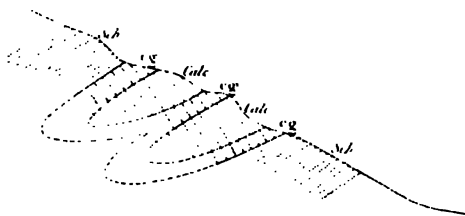
C'est également à l'intérieur de ce pli que se trouvent les micaschistes dont j'ai parlé. A la rigueur cette position ne serait pas incompatible avec un âge plus ancien, si l'on suppose une grande sinuosité du fond de la charnière synclinale. Mais, sous l'Ouillarse et surtout sous l'Ouille du Midi, au-dessus du glacier du Vallonnet, l'alternance avec les schistes lustrés est si manifeste, et tant de fois répétée, qu'il m'a fallu renoncer à cette interprétation : les micaschistes sont intercalés dans les schistes lustrés, et par conséquent sont triasiques, si les schistes lustrés le sont. D'ailleurs, à la montée du col de la Galise, au-dessus du Val d'Isère, c'est-à-dire dans la continuation de la même zone de bordure du Grand-Paradis, M. Termier et moi nous n'avons pu trouver aucune séparation à établir entre les micaschistes et les schistes lustrés qu'on y rencontre alternativement.

Passons maintenant aux autres points où les schistes lustrés du massif sont en contact avec des calcaires triasiques. Je citerai d'abord

les affleurements isolés (du moins en apparence) de la rive droite de l'Arc, au-dessous de Lanslebourg et de Lans-le-Villard ; quoi- qu'ils ne puissent guère apporter d'arguments dans un sens ou dans l'autre, je dois en parler parce que c'est un des points où M. Zaccagna signale une discordance. J'ai tenu pour cette raison à revoir cette année, les lieux avec M. Termier ; j'ai pu toucher les contacts en plusieurs points. Partout la concordance est parfaite, et d'autant plus remarquable qu'il s'agit de couches à peu près horizontales. Les bancs de schistes lustrés, qui sont ordinairement plissotés, forment au contraire près du contact de grandes dalles planes sur lesquelles reposent les cargneules ou les calcaires. Ce changement local d'allures tient évidemment aux conditions différentes de résistance, créées par le voisinage d'une masse moins plastique ; c'est par un phénomène semblable que dans les calcaires phylliteux les petits lits de phyllites ou les petites bandes siliceuses dessinent souvent une série de plissements et de zigzags, où l'on peut étudier en petit tous les accidents de structure des plis couchés et étirés, tandis que la limite des bancs reste à peu près plane et régulière.

La traînée calcaire de la Fesse comprend deux bandes calcaires (probablement calcaires moyens, je n'ai pas vu de calcaires phylliteux) et deux bandes de cargneules. La bande inférieure de calcaire ne commence qu'à la Fesse, à peu près en face du point où finit la bande supérieure. Ces données sont évidemment insuffisantes pour décider si l'on a affaire à une simple intercalation, à un double pli synclinal, ou à un double pli anticlinal ; c'est cette dernière hypothèse que représentent les pointillés de la coupe (fig. 16) ; c'est elle

Fig. 16. — Coupe de la bande calcaire de la Fesse.



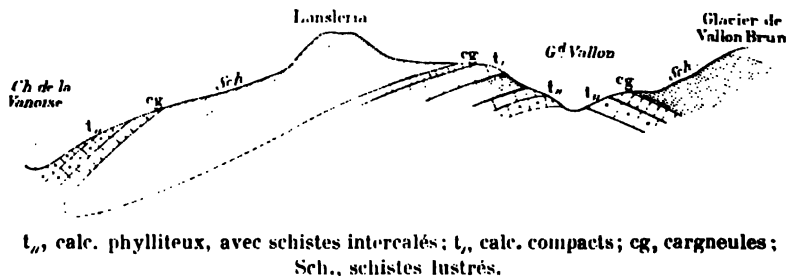
qu'il faudrait adopter, si les deux bandes du col Pers et du Vallon Brun venaient, comme je le suppose provisoirement, se réunir en ce point.

Un autre pointement (gypses et calcaires) traverse la vallée de l'Arc entre Lanslebourg et Thernignion ; c'est sans doute la réap-

parition de la même bande, ou au moins d'un des deux plis qui la composent.

Dans le vallon de la Rocheure, au-dessus d'Entre-deux-Eaux, les schistes lustrés sont nettement superposés aux calcaires sur plus de 4 kilomètres. C'est le pendant symétrique de la superposition décrite par M. Termier sur l'autre rive. Or, de même que sur l'autre rive on voit au plan de Nette des schistes lustrés, au-dessus des cargneules qui suivent le contact, se substituer latéralement aux calcaires phylliteux, on voit là, vers le pied est de la pointe de Lausleria, dans les ravins affluents du Grand Vallon, de véritables schistes lustrés s'intercaler dans les calcaires, au-dessus des cargneules qui forment la base du grand massif du Roc Noir. De plus, si l'on passe, au pied du signal de Lausleria, le col qui mène à la vallée de Thermignon, on voit les schistes lustrés, d'abord à peu près horizontaux, s'incliner progressivement vers l'ouest et passer sous les cargneules, continuation de celles sur lesquelles ils reposaient de l'autre côté du col. A partir de Thermignon, le pendage (toujours sans passer par la verticale) redevient inverse, et les schistes lustrés reposent (rive gauche de l'Arc, chemin de la forêt d'Arc) sur les calcaires triasiques. C'est l'indice bien certain, (fig. 17), que les deux arêtes

Fig. 17. — Coupe N.-E. S.-O. de la pointe de Lausleria ($\frac{1}{80000}$)



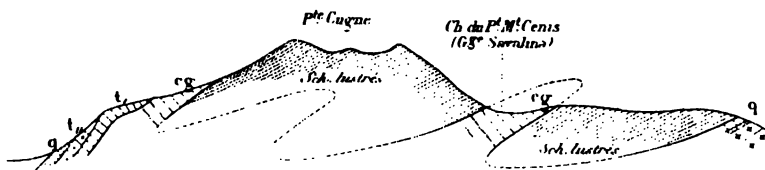
qui descendent de la Pointe du Grand Vallon (arête de Lausleria) forment l'axe d'un pli isoclinal, qui peut être synclinal ou anticlinal. Mais comme les schistes ne plongent sous les cargneules que le long d'une ligne de 3 kilomètres de développement, *sur un seul côté du massif*, tandis que de tous les autres côtés les schistes sont superposés aux calcaires, le choix s'impose pour le pli synclinal. Si les schistes lustrés étaient antérieurs au Trias, il faudrait conclure, comme je l'ai dit pour la Sana, que le massif est un massif de recouvrement (dont l'origine, qu'il faut chercher à l'est, reste inexpli-

cable), et que de plus cette nappe de recouvrement a été, postérieurement au charriage vers l'ouest, plissée en synclinal couché vers l'est.

Le calcaire et les cargneules du ravin de Thermignon, ceux sous lesquels plongent les schistes lustrés, à l'est du chemin du col de la Vanoise, doivent d'ailleurs pour une autre raison représenter un pli anticlinal. En effet, si on les suit jusqu'au sud de Thermignon, de l'autre côté de l'Arc, on voit pointer au milieu de ces calcaires une masse importante de quartzites, inclinés vers la vallée (extrémité gauche de la fig. 18).

La partie la plus méridionale du massif, celle qui est située entre l'Arc et le lac du M^t Cenis, forme une pointe (M^t Froid, Pointe Cugne) séparée des schistes lustrés de Modane et de Bardonnèche par les larges affleurements triasiques de la vallée de Bramans et de Bellecombe, et isolée également sur le versant italien, par ceux du chemin du Petit M^t Cenis à l'hospice. La bande triasique devient sur ce versant de plus en plus étroite, mais elle ne s'en continue pas moins, d'après les renseignements que m'a donnés M. Mattiolo, au moins jusqu'au-dessus de Novalesa. Le promontoire ainsi isolé est formé de schistes assez inclinés, mais plongeant uniformément vers l'ouest, ou plutôt vers le sud-ouest. Sauf en un point, près de Thermignon, où ils sont en contact avec les calcaires compacts (Trias moyen), les schistes sont partout en contact avec les gypses et les cargneules. Ces derniers semblent être du Trias supérieur; mais, faute de critérium minéralogique certain, et par suite de la possibilité de plis répétés, il est impossible d'être absolument affirmatif sur ce dernier point; d'autant plus que j'ai trouvé dans ces

Fig. 18. — Coupe du massif du Mont Froid (P^{te} Cugne), ($\frac{1}{80000}$)

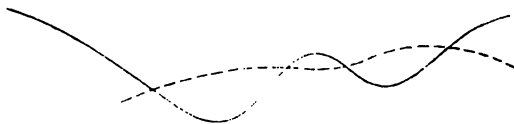


cargneules un petit pointement de quartzites au pied de la Grande Turra, et un pointement de calcaires phylliteux au pied sud du M^t Froid. C'est exactement la même difficulté qu'à la Thouvière. En tout cas, ces pointements mêmes tendraient à indiquer que les indentations des cargneules dans les schistes correspondent à des

anticlinaux et se joindraient, par conséquent, aux autres données pour faire considérer la pointe du M^t Froid comme un grand synclinal, compliqué de plis secondaires. C'est cette interprétation qu'indique la coupe (fig. 18).

Si l'on considère ce promontoire du M^t Froid en lui-même, et indépendamment du reste du massif, l'hypothèse d'un grand anticlinal ramenant là au jour des schistes lustrés plus anciens que le Trias, tout en n'étant pas la plus vraisemblable, ne serait pas complètement inadmissible. La principale objection me semblerait tirée des rapides plongées qu'il faudrait supposer à l'arête axiale de cet anticlinal. En effet, en face de la pointe du M^t Froid, à mi-distance environ entre cette pointe et la pointe opposée du massif de Bardonnèche, on retrouve, aux chalets du Jeu, un petit pointement de schistes lustrés, complètement entourés de cargneules, auxquelles ils sont superposés au S.-E. et sous lesquels ils plongent au N.-O. Il faut admettre alors que, dans l'intervalle, qui est de trois kilomètres, l'arête supérieure de la voûte de schistes lustrés, (trait plein de la figure 19) s'enfonce assez rapidement pour que, malgré un abaissement du sol de près de 1,000 mètres, elle soit restée recouverte de son manteau triasique, puis qu'elle remonte au jour à la cote 2285; il faut admettre encore, qu'entre ce point et Bramans, elle s'enfonce de nouveau au-dessous de la cote 1300, pour remonter à plus de 3,000 mètres dans le massif du tunnel (fig. 19). Cela n'est

Fig. 19. — Ondulations en direction de l'arête axiale du pli du M^t Froid, suivant l'hypothèse d'un pli anticlinal (trait plein) ou d'un pli synclinal (trait ponctué).



sans doute pas impossible, mais c'est une allure assez inusitée, et, s'il s'agit au contraire de pointements synclinaux, les ondulations qu'il faut supposer à la ligne de fond (trait ponctué de la figure) sont bien plus faibles et bien plus naturelles.

Quant à la bande triasique du lac (calcaires et cargneules), je n'ai guère pu l'étudier par moi-même. La coupe de Bellecombe (pl. V de ma première note) donne pourtant un point de départ qui permet de supposer que cette bande est anticlinale; il est vrai que l'anticlinal pourrait être un pli secondaire au milieu d'un

synclinal plus large. Je n'ai pas d'éléments suffisants pour discuter la question.

Le point important est qu'à peu de distance de la frontière, entre cette bande et les schistes cristallins du Petit Mt Cenis, s'intercalent de nouveau les schistes lustrés. A la base de ces schistes, en haut des premiers grands lacets de la route de Suse, M. Zaccagna indique quelques bancs de calcaires et de quartzites cristallins; je les ai vus avec lui, mais à un moment où je ne connaissais pas encore assez la région, pour en rapporter une impression personnelle. Je ne veux donc pas en tirer un argument, quoique je ne doute pas aujourd'hui que ces bancs ne soient triasiques.

Dans la vallée de la Doire, près d'Exiles, M. Mattiolo m'a montré, dans une situation analogue, un petit affleurement de schistes lustrés entre le massif cristallin et la bande triasique que j'ai montrée être la continuation de celle de Bellecombe et du lac du Mt Cenis. Le versant est de la pointe de la Mulatera, que j'ai visité un peu rapidement avec M. Mattiolo, me paraît devoir aussi fournir un exemple semblable avec des données plus précises. Si les schistes lustrés sont paléozoïques, ces coupes constituent une objection à peu près irréfutable à l'âge permo-houiller des assises cristallines; si, au contraire, on regarde cet âge permo-houiller comme démontré par les arguments précédemment indiqués, les schistes lustrés, incontestablement plus récents, ne peuvent être que triasiques, et l'on retrouve ainsi par une autre voie le résultat qui ressort partout, tantôt comme probable, tantôt comme certain, de tous les détails de cette étude.

En résumé, dans le massif du Mt Cenis, les coupes des environs de Bonneval et celles de Thermignon à Entre-deux-Eaux, restent à peu près inexplicables si les schistes lustrés ne sont pas triasiques. Les autres coupes s'expliquent mieux avec cette solution, sans suffire pourtant à l'imposer; mais, comme il ne s'agit pas de trouver des solutions isolées, mais une solution d'ensemble, la conclusion, semblable aux précédentes, est encore l'attribution des schistes lustrés au Trias.

Massif de Bardonnèche. — Ce grand massif, qu'a traversé le tunnel du Mt Cenis, va, au sud de la Doire, se souder au massif précédent, et s'étend alors d'une manière ininterrompue jusqu'au Queyras et à l'Ubaye. Il montre partout la même structure monoclinale, avec pendage vers l'ouest ou le nord-ouest.

La partie la plus explorée et la plus souvent décrite est naturel-

lement celle qui borde la vallée de l'Arc et la vallée du col de Fréjus (parallèlement au tunnel). Lory a dit que, le long de l'Arc, les schistes lustrés étaient superposés au Trias de l'Esseillon, et Alph. Favre a confirmé cette manière de voir en donnant la coupe du ravin de Nant, où le gypse s'enfonce sous les schistes lustrés. Quant au côté ouest, le long du tunnel, le plongement des schistes lustrés sous les calcaires est incontestable, mais Lory rapportait ces calcaires au Lias (calcaires du Briançonnais).

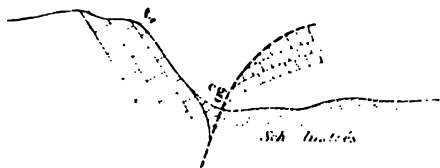
Après une étude très minutieuse de cette partie, et quoique la visite de la Société géologique en 1859 ait semblé donner raison à ses conclusions, je crois que Lory a été induit en erreur par quelques observations locales, et que dans son ensemble, la masse des schistes lustrés plonge sous le Trias de la vallée. Seulement, comme au Mt Froid et comme à la Sana, la limite des schistes lustrés n'est pas une limite rectiligne ; autant que les éboulis et les bois permettent de la relever, elle dessine une série de rentrants et de saillies, correspondant au passage d'autant de plis secondaires. Ces plis étant isoclinaux, sur un des côtés de chaque indentation, le Trias plonge sous les schistes, tandis que l'inverse a lieu sur le côté opposé. Mais, je le répète, dans l'ensemble, de Bramans à Modane, le pendage est vers la vallée et les schistes passent sous le Trias. Il n'y a d'ailleurs rien à conclure de cette disposition, qui est la même que celle du Mt Froid et du pointement intermédiaire des châteaux du Jeu ; nous avons affaire à un massif isoclinal, et il n'y a d'autre raison de croire ce massif synclinal que la continuité avec les coupes voisines. On peut remarquer pourtant que le contact ne se fait nulle part avec les quartzites, et que (sauf à Villarodin), il se fait presque partout avec les cargneules et les gypses que je rapporte au Trias supérieur ; mais cette attribution, comme je l'ai dit plusieurs fois, reste toujours entachée d'un certain doute, à cause de l'existence d'un niveau inférieur de cargneules et de gypses.

Il est bon de signaler ici le pointement connu d'euphotide de Villarodin, qui, autant qu'on peut le conjecturer, se trouve *exactement* à la limite des schistes et du calcaire. Ce pointement est assez singulier, en ce sens qu'il n'est décelé que par un énorme amoncellement de blocs ; personne à ma connaissance n'a jamais réussi à trouver la roche en place. D'autre part, les blocs sont si nombreux, si exempts de mélange avec tout bloc d'autre nature, si uniformément absents dans les éboulements ou dans le Glaciaire voisin, qu'on ne peut douter qu'ils ne viennent du substratum immédiat. J'ai seulement réussi à trouver, un peu à l'est, dans les schistes lustrés, des

intercalations de bancs verts, qui paraissent être dus à une pénétration de l'euphotide. Comme il n'y a pas trace de filons ni d'injection dans les calcaires, il semble qu'il faut en conclure, comme au Pelaou Blanc, que lors de la venue de l'euphotide, les calcaires étaient superposés aux schistes, et que, sans se laisser entamer ni sans subir d'action visible, ils ont formé un plan d'arrêt à l'ascension de la roche éruptive. Les schistes lustrés sont donc, en ce point, plus anciens que le Trias moyen ; comme pour l'Iseran, je crois que cette conclusion ne s'applique pas nécessairement à l'ensemble du massif, et que le Trias supérieur peut aussi y être représenté à l'état schisteux. Pourtant, il y a là une indication qui invite à se méfier de la signification des cargneules, et il faudra chercher par de nouvelles observations s'il n'y aurait pas lieu d'y voir une forme normale (et indépendante de l'âge) du passage des calcaires aux schistes.

Du côté de l'ouest, le pendage des schistes lustrés sous les calcaires est évident, et là, il n'y a pas d'exception, parce que là il n'y a pas de plis secondaires qui viennent pénétrer et se perdre dans le massif. Il faut signaler de ce côté, aux granges d'Ariondaz, une particularité qui, jusque ici, est unique dans toute la région que j'ai étudiée : les calcaires ont un pendage différent de celui des schistes. C'est au fond une petite faille, qui ne se continue pas loin, et s'explique facilement par le croquis ci-joint (fig. 20) ; mais c'est le seul point

Fig. 20. — Coupe près des chalets d'Ariondaz.



t., calcaires compacts ; cg, cargneules.

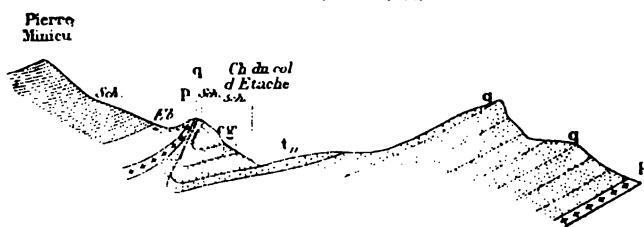
où j'aie vu, dans nos Alpes centrales, les bancs des étages séparés par une faille (ou plan de glissement) n'être pas de part et d'autre parallèles à ce plan.

Les cargneules qui sont là momentanément en contact avec les schistes, se continuent à l'ouest du col de la Roue au milieu de la masse des calcaires, et paraissent y former le centre d'un synclinal. La superposition des calcaires aux schistes près du col de la Roue, serait donc normale, les schistes lustrés représentant là, comme au Pelaou-Blanc, une partie du Trias inférieur.

Le versant oriental du même massif, entre le col d'Etache et Savoulx, présente une sérieuse difficulté; c'est l'examen que nous en avons fait, il y a près de cinq ans, M. Potier et moi, avec MM. Zaccagna, Mattiolo et Franchi, qui nous avait décidés à modifier l'interprétation de Lory; on voit là, en effet, le Trias calcaire ou les gypses plonger sous les schistes lustrés, mais entre les deux s'intercale un mince banc de quartzites. La conclusion naturelle à en tirer est que les schistes sont superposés aux calcaires *par renversement*, qu'ils sont donc plus anciens que le Trias.

J'ai vu cette même coupe à Exilles, à Salbertrand, à Savoulx; au-dessus de la dernière grande montée du col d'Etache (fig. 21) j'ai

Fig. 21. — (Ech. $\frac{1}{80000}$)



p, Permien; q, quartzites; t., calc. phylliteux; cg, cargneules; Sch., schistes :

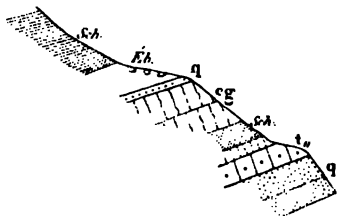
pu l'étudier avec plus de détail dans le rocher abrupt qui domine le sentier, au-dessous du glacier de Pierre Minieu. On voit là, faisant face au chemin, une succession régulière de cargneules, de schistes et de calcaires triasiques; en gravissant le rocher, on trouve l'arête du sommet formée d'un retour de schistes, sur lesquels s'appuie un banc mince de quartzites, suivi d'un autre banc de quartzites phylliteux, identiques à ceux de la base des quartzites, près du glacier d'Etache. Au-dessus vient alors la grande masse des schistes lustrés, séparée seulement de la coupe précédente par un talus d'éboulis.

Cette coupe se répète d'ailleurs un peu plus loin, au pied de la première aiguille au nord, avec cette différence que tous les bancs restent à peu près horizontaux. Là seulement, je ne suis pas allé toucher le banc supérieur de quartzites (fig. 22).

Ce sont ces coupes qui, rapprochées de celles qu'on donnait comme incontestables dans l'Ubaye, avaient à mes yeux, jusqu'à la dernière campagne, primé tous les autres arguments contraires et entraînaient ma conviction. Même quand j'ai connu la coupe de la

Grande-Sassière et ses conséquences indéniables, j'ai persisté à croire qu'on arriverait à trouver une distinction entre deux systèmes de schistes lustrés, d'âge différent et *juxtaposés par hasard*. Aujourd'hui seulement, après avoir constaté que la coupe de l'Ubaye avait été mal interprétée, et après avoir reconnu le rôle général de l'*écrasement des plis* autour des noyaux ou dans les zones de grandes sinuosités, je n'attache plus à la coupe d'Etache une plus grande

Fig. 22. — Coupe au nord de la précédente (même légende).

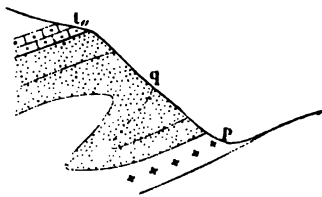


importance qu'à celle du Manchet, et je ne la crois plus de nature à ébranler les conclusions développées dans cette note.

Un point d'abord aurait dû me frapper davantage dans cette coupe, c'est l'intercalation des schistes dans le Trias. Ces schistes sont identiques aux schistes lustrés de Pierre Minieu ; ils s'en distinguent seulement par quelques intercalations de calcaires phylliteux ; mais ce n'est là qu'une indication de plus en faveur d'un passage latéral.

De plus, si l'on compare la coupe à celle du pic de Bellecombe (donnée, pl. V et fig. 4 de ma première note), on voit que dans les pentes de cette montagne, un anticlinal couché de quartzites s'intercale entre les calcaires triasiques, qui, d'une part, forment le sommet, et de l'autre reposent directement (calcaires phylliteux et cargneu-

Fig. 23. — Coupe hypothétique de l'escarpement de quartzites de la vallée d'Etache.



les) sur les schistes cristallins. Au bas de la descente du Petit Mont Cenis, de nouveaux quartzites s'intercalent à la base des cargneules et

reposent directement sur le Permo-Houiller; on devrait donc s'attendre à trouver deux bandes de quartzites; au lieu de cela, autant que du fond de la vallée, on peut juger la composition des escarpements (près de 500^m de hauteur) qui la bordent à l'est, on n'en trouve qu'une seule, et cette bande unique prend une énorme épaisseur. Il est donc probable que le synclinal intermédiaire continue dans l'intérieur des quartzites (fig. 23), dont la grande puissance s'expliquerait ainsi; il resterait à chercher si son parcours n'est pas marqué par quelques affleurements calcaires, et si ce ne sont pas eux qui, en se développant au dessus d'Etache, apparaissent entre les deux niveaux de quartzites, dans les coupes 21 et 22. Le banc supérieur de quartzites, avec le banc de Permien qui l'accompagne, correspondrait alors à l'anticlinal de Bellecombe, étiré en cet endroit jusqu'à devenir presque filiforme, et restant étiré jusqu'à Suse, sur tout le pourtour du massif d'Ambin. J'ai montré que ce massif était au centre d'une grande sinuosité de tout le système des plis, *sinuosité qui embrasse le nord de la plaine du Pô*; l'étirement d'un pli autour de ce massif est donc bien conforme aux règles générales que nous avons vu se dégager.

Sans doute, il reste là de nouvelles recherches à faire; la continuité avec le pli de Bellecombe n'est encore qu'une induction; mais, même si elle ne se trouvait pas confirmée, l'existence d'un pli anticlinal écrasé, entourant le massif d'Ambin, entre Etache et Suse, me semble, dès maintenant, hors de doute, et elle suffit à faire disparaître la seule contradiction apparente qui puisse subsister dans l'ensemble des données actuelles.

Le massif de Bardonnèche, isoclinal comme les précédents, apparaîtrait de ce côté comme supérieur aux quartzites, de l'autre, c'est-à-dire à l'ouest, comme inférieur aux calcaires phylliteux ou à une partie de ces calcaires, au nord à Villarodin, comme formé de couches antérieures aux calcaires francs du Trias moyen. Il est donc probable que ce n'est pas, en réalité, un massif synclinal, mais un massif *latéral*, je veux dire un massif, non pas formant cuvette dans les couches calcaires voisines, mais y passant latéralement. Il n'y a pas là, il est vrai de passages *visibles* comme à Picheri, les schistes qui sont développés au nord-est d'Aussois (entre Aussois et Sardières, au-dessus de la route qui réunit ces deux villages) ou encore qui apparaissent près d'Avrieux, sont d'une part assez éloigné du massif, et de l'autre beaucoup moins métamorphiques; on ne peut y voir un argument bien sérieux. La coïncidence approximative de la vallée de l'Arc avec la ligne où se fait cette brusque transfor-

mation, ne doit pas être purement fortuite ; mais je n'en vois pas actuellement la raison.

En résumé, le massif de Bardonnèche n'apporte aucune preuve en faveur de l'âge triasique ; mais la structure n'est pas en contradiction avec cette solution. Les schistes de ce massif se soudent d'ailleurs plus au sud avec ceux du massif précédent, et ne peuvent en être séparés.

Environs du M^t Genève. — Je me contenterai d'indiquer qu'au M^t Genève, d'après ce qui précède, les calcaires du col seraient régulièrement superposés aux schistes lustrés de Cézanne. M. Zaccagna croit que ces deux formations sont séparées par des assises permienues ; mais les schistes épidotifères, rouges et verts, que M. Zaccagna attribue à cette formation, ne me paraissent lui ressembler que par une coloration tout accidentelle. Ces schistes sont très calcarifères, et quand on les suit au nord, on les voit passer à un massif de serpentine ; il n'y a là pour moi qu'un résultat local de l'injection de la serpentine dans les schistes. C'est d'ailleurs ainsi que les choses étaient interprétées par Lory, avec qui j'ai visité cette coupe en 1883.

Je rappellerai aussi qu'au pied du M^t Genève, dans un petit rocher qui, en amont de Cézanne, fait saillie sur le bord de la route de Bousson, dans le lit même du torrent, M. Parona a trouvé des Radiolaires. Ces Radiolaires, étudiés (en coupes minces) par M. Rust, ont montré des affinités triasiques, dont M. Rust se défend de vouloir tirer des conclusions définitives, mais qui, en tout cas, se trouvent d'accord avec les conclusions de cette étude.

Quant au grand massif de serpentine et d'euphotide du M^t Genève, dont l'examen détaillé a conduit MM. Gregory et Cole (1) à conclure à l'existence d'une grande bouche de sortie, d'un *culot éruptif* dénudé, il est remarquable que, semblablement aux exemples déjà cités, il se trouve exactement à la limite des schistes et des calcaires. Comme dans ces autres exemples (Pelaou Blanc, Villarodin), il ne pénètre pas dans les calcaires et n'exerce sur eux aucune action métamorphique ; mais là non plus, les calcaires n'en contiennent aucun galet, si bien que le mode de venue et l'âge exact demeurent encore sujets à discussion.

Coupes du Queyras et de l'Ubaye. — Il me reste à dire quelques mots des coupes plus méridionales qui sortent de mon champ d'études, et dans la visite desquelles M. Kilian a bien voulu

(1) *Quarterly Journal*, 1890, p. 285.

m'accompagner. C'est l'examen de ces coupes qui, comme je l'ai dit, a levé mes derniers doutes, en faisant disparaître les dernières contradictions.

Dans le Queyras, je citerai seulement la coupe que l'on observe en arrivant à Château-Queyras. Après une courte apparition des quartzites, on trouve, dans le lit du torrent, des roches vertes calcarifères, dont quelques bancs présentent un type assez spécial, tandis que d'autres sont identiques aux calcaires phylliteux les plus typiques. Au-dessus de ces roches se développent des schistes d'abord peu métamorphiques et identiques à ceux qu'on voit communément s'intercaler dans le Trias. Entre ces schistes et les schistes lustrés francs, qui s'étendent jusqu'à la frontière, il nous a été impossible, à M. Kilian et à moi, de trouver une démarcation, mais une étude plus prolongée pourrait modifier cette conclusion. A Château-Queyras même, le fort est construit sur un rocher calcaire qui se dresse au milieu des schistes; le calcaire est du calcaire compact triasique bien typique. Or, de tous les côtés, les bancs plongent sous les schistes; c'est comme une sorte de coupole ou de dôme, formant une saillie locale, mais certainement inférieure à tout ce qui l'entoure.

Dans la vallée de l'Ubaye, les roches cristallines du col Longet m'ont rappelé celles du Permo-Houiller, et même du Permo-Houiller très supérieur; elles m'ont semblé pouvoir être rapprochées de celles de la crête du glacier d'Etache, dans le massif d'Ambin, c'est-à-dire de véritables quartzites feuilletés, dans lesquels le rôle des lits phylliteux intercalés reste même tout à fait subordonné. Au microscope, il est vrai, cette analogie est moins marquée qu'à l'œil nu, parce que le métamorphisme a été très intense; toute apparence clastique a disparu, et ce sont de vrais micaschistes; mais je crois que là, l'altération par les agents atmosphériques fournit un réactif *plus délicat* que l'examen microscopique, et elle fait bien ressortir sur place la structure première des roches et l'analogie avec d'autres types détritiques de la région, alors que cette analogie est tout à fait masquée dans les coupes minces des échantillons rapportés.

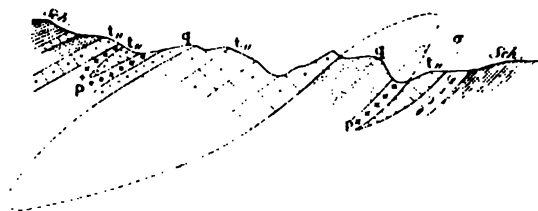
En tous cas, sur ces roches cristallines reposent en concordance les schistes lustrés, plongeant toujours à l'ouest, et contenant de nombreuses lentilles de serpentine. Dans ces schistes lustrés, on rencontre, en descendant la vallée, plusieurs pointements de calcaire triasique, déjà signalés par M. Kilian (1); sur les bords (et

(1) *B. S. G. F.*, t. XIX, p. 574 et 575.

aussi au milieu) de ces calcaires se montrent des quartzites, et on ne peut nier que l'aspect premier, comme l'a dit M. Kilian, ne soit celui des cuvettes pincées dans les schistes. Mais si l'on regarde de plus près, on voit que *nulle part* les quartzites ne sont en contact direct avec les schistes lustrés; partout, sans aucune exception, nous avons trouvé entre les deux, une petite bande de calcaires phylliteux, dont la limite avec les schistes est assez difficile à préciser; car ces calcaires passent aux schistes par de véritables alternances (1).

La constatation de ce fait peut se heurter à une petite difficulté, dont il est bon d'être prévenu : ces quartzites sont accompagnés, ou même quelquefois remplacés, par des bancs de *quartzites phylliteux*, c'est-à-dire par des bancs probablement permien. Or, ces quartzites phylliteux, conformément à une remarque que j'ai signalée au début, présentent des variétés lithologiques faciles à confondre avec certains calcaires phylliteux, d'autant plus que dans cette partie le métamorphisme des calcaires est très intense. Mais il suffit que l'attention soit appelée sur ce point, pour se préserver de toute erreur, et l'*intercalation constante* des calcaires phylliteux entre les

Fig. 24. — Coupe d'une intercalation de quartzites et de calcaires dans les schistes lustrés de la haute vallée de l'Ubaye.



p, quartzites phylliteux; q, quartzites; t., calcaires phylliteux; Sch., schistes lustrés; σ, serpentine.

quartzites ou le Permien d'une part et les schistes lustrés de l'autre, est tout à fait incontestable. La coupe (fig. 24) donne une idée de la disposition d'une de ces lentilles calcaires.

Plus en aval, la grande masse des calcaires du lac Paroir m'a semblé, par contre, présenter l'allure d'un véritable noyau synclinal dans les schistes; mais, comme nous n'y avons pas vu de quart-

(1) A la descente du col, j'ai vu de nombreux blocs éboulés de calcaires phylliteux ou de calcaires marbreux blancs, d'aspect franchement triasique; il est probable que les alternances signalées n'ont pas seulement lieu à la base des schistes, mais à divers niveaux dans leur masse.

zites, l'interprétation n'est que provisoire et ne peut en aucun cas entraîner de conclusion sur l'âge des schistes.

En arrivant auprès de Maurin, les schistes lustrés font place définitivement aux grands escarpements de quartzites et de calcaires triasiques. M. Zaccagna décrit entre les deux des schistes rouges et verts qu'il rapporte au Permien ; ces schistes seraient surmontés par les quartzites, puis par toute la série normale du Trias. L'examen détaillé de la coupe, en nous élevant au-dessus de la route sur les hauteurs voisines, nous a montré qu'elle est en réalité plus complexe et qu'elle a une signification toute différente.

D'abord les schistes rouges et verts sont, comme ceux du Mt Genève, des schistes calcarifères, qui n'ont pour moi aucun rapport avec le Permien de la région ; on y trouve les mêmes grands enduits d'épidote, et si on les suit au sud, on les voit passer à la serpentine, qui, sous forme d'ophicalce, est exploitée sur la rive gauche du torrent. Ces schistes rouges et verts sont, comme au Mt Genève, des schistes lustrés injectés de serpentine, ou au moins influencés par son voisinage.

Au-dessus de ces schistes serpentineux vient en effet une bande de quartzites, mais séparée des schistes par un large talus d'éboulement. En nous élevant sur cette pente pour suivre le pied des quartzites et en chercher le substratum immédiat, nous avons trouvé vers la base du premier méplat, la succession suivante :

- 1° A la base, calcaires phylliteux,
- 2° Banc de calcaire blanc, compact et marbreux, } (t_n);
- 3° Quartzites, (q).

En franchissant la petite crête de quartzites, on trouve, reposant sur eux avec le même pendage :

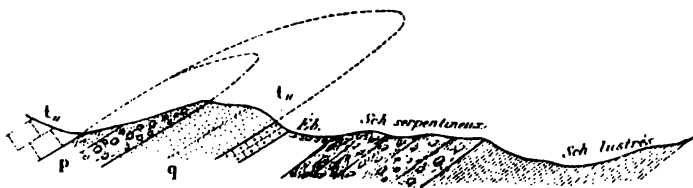
- 4° Quartzites à galets de quartz (bésimaudite, grès vosgiens?) }
- 5° Schistes gris luisants (Permien du col de Chavière), } (p);
- 6° Plan de glissement, qui ramène les calcaires jaunes nankins du Muschelkalk inférieur, (t_n).

La coupe (fig. 25) montre nettement cette disposition. On doit en conclure : 1° que les quartzites ne reposent pas sur les schistes rouges et verts, qui ne sont pas du Permien ; 2° qu'ils forment un pli anticlinal couché, dans le centre duquel apparaît le Permien, et dont le flanc normal est supprimé en partie par un glissement ; 3° que cette coupe, pas plus qu'aucune coupe isolée, ne permet pas de tirer de conséquences définitives, à cause de la possibilité toujours à craindre de l'existence de plis écrasés, mais que, si l'on écarte

cette vraisemblance en ce point, elle mène à considérer les schistes lustrés comme supérieurs aux calcaires phylliteux.

Un peu en aval, on retrouve des schistes que M. Zaccagna attribue à un retour (pointement discordant) des schistes lustrés. Ces schistes sont déjà beaucoup moins métamorphiques; je n'ai pas eu le temps d'aller visiter le ravin où M. Zaccagna indique la discordance (Combe Brémond). Mais M. Kilian, qui l'a étudié, m'a dit que l'irrégularité apparente des contacts n'était là, à ses yeux, qu'un effet des plissements multiples, et d'ailleurs, le long de la vallée

Fig. 25. — Coupe de la vallée de l'Ubaye au-dessus de Maurin.



principale, ces schistes sont nettement intercalés dans les calcaires triasiques.

Ainsi donc, et sans vouloir pour cela préjuger le résultat d'observations ultérieures, la vallée principale de l'Ubaye ne m'a fourni que des arguments favorables à l'âge triasique des schistes lustrés, et elle confirme plutôt, au lieu de les contredire, les résultats tirés de l'étude de la Maurienne et de la Tarentaise.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS. — En résumé, dans toute la Maurienne et la Tarentaise, et de là jusqu'à l'Ubaye, je ne connais actuellement qu'une coupe (se prolongeant il est vrai sur 25 kilomètres de long) qui soit plutôt favorable à l'idée de l'âge paléozoïque des schistes lustrés; c'est celle qui se poursuit, toujours semblable à elle-même, d'Etache à Suse, autour du massif du Petit Mont Cenis. Cette coupe correspond à un point d'extrême sinuosité des plis, et j'ai expliqué que dans ces parties sinueuses, aussi bien que dans les plis qui entourent les massifs amygdaloïdes, il fallait s'attendre à tous les étirements et par conséquent à toutes les anomalies dans les successions apparentes. Je répète ce que j'ai dit en débutant : ce sont des parties où les coupes semblables à celle de Petit-Cœur deviennent ordinaires et presque normales.

Partout ailleurs, les coupes s'interprètent plus facilement par

la solution triasique, tandis que l'autre solution se heurte à de graves difficultés : l'intervalle entre les massifs de Bardonnèche et du Mont Froid (vallée de Bramans et affleurement du Jeu), suppose, si ces massifs sont plus anciens que le Trias, une double ondulation, d'une ampleur et d'une brusquerie tout à fait inusitées, dans l'arête anticlinale. Le massif, au nord de Termignon, plonge d'abord sous les cargneules, puis leur est superposé à Entre-deux-Eaux dans des conditions qu'explique bien un synclinal couché et dont autrement je ne puis voir d'explication; de plus les calcaires du Vallon Brun pénètrent jusque au centre de ce massif en formant au-dessous des schistes une voûte surbaissée. Le massif de la Sana est sur presque tout son pourtour superposé au Trias : celui de l'Iseran est l'épanouissement d'un synclinal bien visible dans les gorges de l'Isère. Enfin, le massif de la Grande-Sassière, posé horizontalement sur le sommet de l'éventail, ne peut admettre d'autre interprétation qu'une superposition normale au Trias qui l'environne.

Ces données stratigraphiques sont corroborées par des *passages latéraux*; je ne reviens pas sur celui de Picheri qui suffirait à lui seul pour trancher la question. Mais aux Aiguilles-Noires, les schistes intercalés dans le Trias inférieur, déjà plus métamorphisés qu'à Pralognan, sont indistinguables, en masse aussi bien qu'en échantillons, de ceux qui leur font face à la Thouvrière, à la pointe du massif de la Sana. Au plan de Neitte, les schistes qui font suite aux calcaires phylliteux ne sont séparés des schistes lustrés que par quelques mètres de cargneules, et leur identité est manifeste. Enfin, près du col d'Etache, en face de la coupe (v. fig. 21) qui me semblait irréfutablement montrer l'antériorité des schistes lustrés comme résultant du renversement général des assises, mon compagnon de courses, M. Revil, s'est refusé à en admettre les conséquences, parce que là encore dans le Trias, *il y a intercalation de schistes identiques à ceux qui le surplombent*.

Je n'ai pas à m'excuser d'avoir mis longtemps à dégager ces preuves, mais je dois avouer que, même les connaissant, j'ai hésité à en admettre la valeur. J'avais peine à comprendre cette immense accumulation de schistes entre les masses calcaires de la Vanoise et les masses calcaires du Tyrol; même les passages latéraux constatés me semblaient mal expliquer ce brusque remplacement des uns par les autres. L'énorme développement de roches vertes me gênait également, bien que des roches semblables soient certainement triasiques aux pieds du M^t Jovet et de la Grande-Sassière; il

ya en effet un abîme entre ces petites lentilles et les montagnes entières des vallées de Balme et de Stura. Le faciès schistes lustrés avec ces roches vertes m'apparaissait comme tout à fait exceptionnel dans le Trias, et il est toujours dangereux que les exceptions viennent des pays où il n'y a pas de fossiles.

Deux considérations d'ordre différent ont levé pour moi ces derniers doutes ; d'abord la solution triasique, jointe à celle du métamorphisme des assises permo-houillères, peut seule faire disparaître de notre géologie alpine ces brusques lacunes, à peu près inexplicables, de terrains qui sont développés dans le voisinage avec des milliers de mètres d'épaisseur. En second lieu, les phénomènes que j'étais porté à croire exceptionnels, se retrouvent, sous la même forme, et avec fossiles à l'appui, dans presque toutes les chaînes de montagnes.

Je crois inutile d'insister sur le premier point dont j'ai déjà parlé dans ma note précédente sur la structure des Alpes, et que l'examen de la carte ou des coupes fait suffisamment reconnaître, mais le second demande quelques développements.

Dans les Etats-Unis, M. Walcott a décrit (1) les changements d'épaisseur et de composition des schistes d'Hudson (Utica et Lorraine, Ordovicien supérieur), quand on s'approche des monts Taconiques : de 20 à 300 mètres à Cincinnati et dans l'Ohio, ce système, compris entre les calcaires de Trenton et le Silurien supérieur, passe à 1200 mètres dans la vallée de l'Hudson, et atteint près de 2000 mètres dans les monts Taconiques ; il est là composé de schistes argileux noirs, avec *schistes verts hydromicaux*. Si l'on admet (ce que ne semble pas faire, il est vrai, M. Walcott) que cette série schisteuse forme un équivalent latéral, non seulement des schistes à Graptolites de l'ouest, mais aussi des calcaires qui les englobent, il y a là un premier exemple tout à fait comparable à nos schistes lustrés.

En Scandinavie, une large bande de couches siluriennes fossilifères s'appuie sur le massif gneissique de la Suède et le sépare de la haute chaîne qui forme la frontière de la Norvège. Là, l'analogie avec la série triasique du Briançonnais, ou plutôt la récurrence d'une succession semblable de faciès est même assez frappante, comme je l'ai déjà fait remarquer pour l'Ecosse (2) : à la base, comme à la base de notre Trias, on trouve des quartzites ; puis des

(1) *Bull. Geol. Society of America*, vol. I, p. 335.

(2) *Revue générale des Sciences*, 15 Déc. 1892.

schistes alunifères (équivalent des couches à *Fucoïdes* d'Ecosse) permettent de reconnaître, sous une faible épaisseur, les différentes zones du Cambrien et pourraient se comparer à nos calcaires phylliteux; plus haut les calcaires à *Ceratopyge*, les calcaires à *Orthocères* (les plus développés), et les calcaires à *Pentamères* (*Encrinurites*), alternant avec plusieurs couches à *Graptolites*, représentent les divers niveaux du Silurien et correspondraient à l'ensemble de nos calcaires compacts. Ce Silurien normal et peu incliné plonge partout sous les gneiss et les schistes amphiboliques de la montagne. Quelle que soit la raison de cette anomalie apparente (pli couché, avec 100 kilomètres de recouvrement d'après M. Törnebohm) les gneiss vont à leur tour s'enfoncer à l'ouest sous un système épais de schistes métamorphiques qui, d'après les fossiles rencontrés, représentent tout le Silurien. Le métamorphisme va par places, jusqu'à y faire naître de véritables micaschistes (schistes de Selbu), et à deux niveaux au moins (groupes de Sötre et de Meraker), il s'intercale dans les schistes des masses puissantes de roches vertes et de tufs plus ou moins métamorphiques. Les rapports de cette série avec le Silurien de l'est, sont, on peut le dire, presque identiquement ceux du Trias alpin avec les schistes lustrés.

Dans l'ouest des Pyrénées, les schistes crétacés à *Fucoïdes* de Gan et de Bidart (Cénomaniens et Turoniens) sont enclavés entre les formations à Rudistes de Roquefort et de la chaîne centrale. Les roches vertes ne jouent pas là un rôle comparable; mais encore n'est-il pas prouvé que quelques ophites ne soient pas contemporaines. Les grès et schistes crétacés des Carpathes sont percés par les roches de Teschen et sont étroitement enclavés entre les calcaires massifs du sud (Chocs dolomites) et la craie à *Bélemnites* de Lemberg. En Bosnie, en Herzégovine, en Grèce, dans la Péninsule, le faciès flysch se développe à côté des calcaires à Rudistes, et est partout mêlé de roches vertes où dominent les serpentines. Le flysch éocène des Alpes contient, en dehors des pointements encore discutés de roches vertes, les grès de Taveyannaz, c'est-à-dire des tufs de diabase; celui des Apennins contient les masses connues de diabases, d'euphotides et de serpentines.

C'est donc un fait *tout à fait général* que, sur l'emplacement des chaînes ou des chaînons importants, les synclinaux qui en ont précédé la formation ont été comblés, au fur et à mesure de leur approfondissement, par une active sédimentation, que cette sédimentation a donné lieu à un faciès schisteux spécial étroitement limité à ces synclinaux, et que presque toujours des roches basiques,

sous forme massive ou sous forme de projections, se sont mêlés à ces sédiments, parfois avec assez d'abondance pour en constituer la majeure partie. J'estime que ce remplissage rapide de *géosynclinaux* est la condition première et la principale caractéristique du *faciès flysch*. Les schistes lustrés seraient donc un *flysch triasique*, accompagné des mêmes roches vertes que tous les autres flysch.

M. Haug m'a fait remarquer qu'il y avait pourtant une différence avec le flysch classique, qui est plus grossièrement détritique. Mais cette différence même s'explique si naturellement qu'elle devient presque un nouvel argument : le flysch du Trias est formé dans le centre de la chaîne, *antérieurement aux premières émerSIONS* ; le flysch éocène est un flysch de bordure, déposé sur le bord d'une chaîne centrale déjà émergée et soumise aux actives dénudations qui résultent d'une récente rupture d'équilibre. L'un et l'autre sont donc ce qu'ils doivent être, et je crois même qu'on pourrait aller plus loin et distinguer un *troisième flysch*, le flysch à blocs exotiques, qui suppose en plus la mise en mouvement, antérieure à sa formation, de nappes importantes de recouvrement.

Enfin, pour terminer, je signalerai une dernière analogie, qui ne me semble pas moins frappante que les précédentes. J'ai dit que de l'autre côté de la zone de dépôt des schistes lustrés, les calcaires triasiques reparaissent dans le Tyrol. Ces calcaires triasiques ressemblent bien étroitement à ceux du Briançonnais ; dans cette nouvelle région, M. de Richthofen d'abord, puis M. Mojsisovics, nous ont montré la présence de puissants récifs de Polypiers. Les rares Polypiers signalés dans les Alpes françaises, ceux qui sont conservés à la Faculté de Grenoble, ceux que j'ai rencontrés dans la moraine du glacier de la Dent Parachée ou au pied de Lansleria (au-dessus d'Entre-deux-Eaux), sont certainement insuffisants pour autoriser une conclusion semblable ; mais il faut tenir compte du métamorphisme plus profond et de l'oblitération plus complète des fossiles. S'il y a eu de véritables récifs dans les Alpes françaises, nous manquons d'éléments pour le prouver ; mais, en dépit de cette différence possible, les rapports généraux sont incontestables. Or, les calcaires du Tyrol passent aux schistes de Wengen, c'est-à-dire à des schistes datés par des fossiles, de la même manière que le calcaire du Briançonnais passe aux schistes lustrés : la coupe de Picheri est comme une reproduction des coupes du Schlern ou du Plattkofel, données par M. Mojsisovics.

Les roches éruptives établissent une ressemblance de plus : le culot éruptif de Predazzo rappelle celui du M^t Genève. Les roches.

il est vrai, sont moins basiques dans le Tyrol ; la différence, déjà marquée par la composition de la monzonite (diabase à orthose) est encore accentuée par le petit pointement de granulite tourmalinifère. Cette différence peut tenir à ce qu'on est là un peu plus loin des bords du synclinal de dépôt du flysch triasique ; mais les coulées et les tufs de roches vertes qui sont sortis de là pour s'intercaler dans les couches de Wengen, correspondent très exactement aux roches vertes intercalées dans les schistes lustrés. Les tufs, quand on s'éloigne des centres éruptifs, se mêlent de plus en plus de matériaux détritiques sédimentaires, et il n'est guère douteux qu'un métamorphisme semblable, s'il s'était exercé sur eux, n'en eût fait des schistes chloriteux pareils à ceux de la région française.

Je crois donc pouvoir conclure, sans aucune réserve, à l'âge triasique des schistes lustrés, et j'espère avoir montré que cette solution, qui est celle de Lory, imposée par la discussion des coupes locales, ne fait pas de nos Alpes une exception, qu'elle en rétablit au contraire l'histoire sédimentaire, dans des conditions simples et rationnelles, et qu'elle est essentiellement conforme à toutes les données acquises de géologie générale.

NOTES SUR LA FLORE DES COUCHES PERMIENNES DE TRIENBACH (ALSACE),

par M. R. ZEILLER (1).

(Pl. VIII et IX).

Dans leur étude sur le Rothliegende des Vosges, MM. F. W. Benecke et L. van Werveke (2) ont désigné sous le nom de *couches de Trienbach* un ensemble de conglomérats, d'arkoses et de schistes, puissant d'environ 70 mètres, qui forme, dans la région de Villé et de Trienbach, la base de la formation permienne. Elles succèdent, en stratification transgressive, à celles d'Erlenbach, qui paraissent représenter le sommet de la formation houillère et correspondre à la portion la plus élevée du Stéphanien. Ces couches de Trienbach peuvent être divisées en deux groupes : le plus inférieur, épais d'environ 40 mètres et formé surtout de conglomérats et d'arkoses, entremêlés, tout au moins vers le haut, de schistes argileux; et le groupe supérieur, épais d'une trentaine de mètres, formé principalement de schistes violacés.

Dès 1832, M. Daubrée avait signalé ces schistes, qu'il rapportait au terrain houiller, comme se montrant, sur un point de la forêt de Honcourt, en face de St-Martin, au lieu dit Teufelsbrunnen, particulièrement riches en empreintes végétales (3). Ce même gisement, de la forêt de Honcourt, a été plus tard exploré par M. l'abbé Boulay, qui y a trouvé notamment une grande quantité de fragments de frondes de *Tæniopteris multinervis*, et a donné la liste complète des espèces qu'il y avait reconnues; il a conclu, d'après la composition de la flore, que les couches du bassin de Villé, en y comprenant celles d'Erlenbach, pouvaient être comparées à celles d'Avaize à St-Etienne, classées par M. Grand'Eury dans son étage des Cala-

(1) Communication faite dans la séance du 5 mars 1894; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 29 avril 1894.

(2) BENECKE und VAN WERVEKE, Ueber das Rothliegende der Vogesen (*Mittheil. d. geol. Landesanst. v. Elsass-Lothringen*, III, p. 45-103).

(3) DAUBRÉE, Descript. géol. et minéral. du dép. du Bas-Rhin, p. 69.

modendrées, et qu'elles constituaient l'extrême sommet de la formation houillère, confinant immédiatement au Permien (1).

A leur tour, MM. Benecke et van Werveke ont fait, à diverses reprises, en 1889 et 1890, des recherches suivies à Teufelsbrunnen, sur le groupe supérieur de Trienbach; ils y ont trouvé un grand nombre d'empreintes, qu'ils ont eu l'amabilité de me communiquer, et parmi lesquelles j'ai reconnu notamment un fragment de peune de *Callipteris conferta*. J'ai en même temps constaté également la présence de cette espèce dans une autre série d'échantillons recueillis près d'Erlenbach dans le groupe inférieur de l'étage de Trienbach (2). Ni le *Taniopteris multinervis* ni aucune espèce de *Callipteris* n'ayant été rencontrés jusqu'ici dans les couches houillères, si haut qu'on s'élève dans le Stéphanien, MM. Benecke et van Werveke ont donc pu ranger sans hésitation les couches de Trienbach dans le Rothliegende; la grande ressemblance de la flore trouvée par eux à Teufelsbrunnen avec celle de la base du Permien, telle qu'on l'observe sur divers points, tant en Allemagne qu'en France sur le pourtour du Plateau Central, notamment à Igornay dans l'Autunois, conduit d'ailleurs à classer ces couches dans la portion la plus inférieure du Rothliegende.

De nouvelles explorations entreprises dans le courant de l'été dernier à Teufelsbrunnen par M. Raciborski, bien connu par ses études sur la flore permienne, rhétienne et jurassique des environs de Cracovie, lui ont fait découvrir quelques formes assez intéressantes qui n'avaient pas encore été observées dans cette localité, entre autres d'assez nombreux échantillons d'un *Zamites* identique à l'une des espèces déjà signalées à Commentry, mais remarquables par leur bon état de conservation, qui a permis d'y reconnaître certains caractères méritant de fixer l'attention. Cette découverte a été en même temps, pour M. Benecke, l'occasion de nouvelles récoltes, et il a bien voulu, comme suite à ses premières communications, me mettre également à même d'étudier la belle série d'empreintes que lui ont fournies ces dernières explorations. Il me paraît intéressant d'en profiter pour passer en revue successivement les différentes espèces qui sont aujourd'hui connues de ce riche gisement, et pour faire connaître, le cas échéant, les observations auxquelles elles donnent lieu. J'examinerai ensuite quels sont les résultats de l'étude de cette flore de Teufelsbrunnen au point de

(1) BOULAY, Recherches de paléontologie végétale sur le terrain houiller des Vosges, p. 23, p. 34-36.

(2) BENECKE und VAN WERVEKE, loc. cit., p. 61, c2; p. 57.

vue de la détermination du niveau des couches d'où elle provient.

Les espèces actuellement reconnues, au nombre d'une quarantaine, sont les suivantes.

Fougères.

Sphenopteris cristata. Brongniart (sp.). — Espèce du Stéphanien, retrouvée dans le Permien inférieur à Bussaco (Portugal) par M. de Lima (1).

Pecopteris (Asterotheca) arborescens. Schlotheim (sp.) (?) — Echantillons quelque peu douteux.

Pecopt. (Asteroth.) cyathea. Schlotheim (sp.) — Quelques pennes détachées. Déjà signalé à Teufelsbrunnen par M. l'abbé Boulay.

Pecopt. (Asteroth.) euneura. Schimper (?) — Echantillons mal conservés, et de détermination douteuse.

Pecopt. (Asteroth.) oreopteridia. Schlotheim (sp.). — Quelques fragments de frondes.

Pecopt. (Asteroth.) Daubreei. Zeiller. — Particulièrement abondant, surtout dans les échantillons recueillis en dernier lieu. Cette espèce, trouvée d'abord à Commentry, a été rencontrée depuis lors dans la Corrèze dans des couches certainement permienues, associée au *Callipteris conferta* (2).

Le *Pecopt. polymorpha* Brongniart a été indiqué par M. l'abbé Boulay (3) comme observé par lui à Teufelsbrunnen; sa présence n'a rien que de parfaitement vraisemblable, mais je ne l'ai pas vu dans les échantillons que j'ai eus entre les mains, et il ne serait pas impossible qu'il y eût eu confusion avec le *Pecopt. Daubreei*, qui lui ressemble quelque peu.

Pecopt. (Ptychocarpus) unita. Brongniart. — Assez abondant, mais toujours sous forme de pennes détachées.

Pecopt. Mouyi. Zeiller. — Cette espèce de Commentry, retrouvée à Bussaco par M. de Lima, s'est montrée, dans les dernières récoltes de M. Benecke, en échantillons assez fragmentaires, mais bien caractérisés.

(1) W. DE LIMA, Noticia sobre as camadas da serie permo-carbonica do Bussaco, p. 11.

(2) R. ZEILLER, Bassin houiller et permien de Brive, Flore fossile, p. 20, 113.

(3) BOULAY, loc. cit., p. 23.

Pecopt. (Dactylothea) dentata. Brongniart(?) — Echantillons un peu douteux. Je crois cependant à la présence à Teufelsbrunnen de cette espèce, qui ne peut guère prêter à confusion, et qui, bien que répandue surtout dans le Westphalien, a été plus d'une fois déjà signalée dans le Permien comme dans le Stéphanien.

Callipteridium gigas. Gutbier (sp.). — Quelques fragments de pennes.

Callipteridium Rochei. Zeiller. — Cette espèce, du Permien de la Bohême et de l'Autunois, s'est montrée assez abondante parmi les échantillons recueillis par M. Benecke dans ses dernières explorations : certains spécimens sont tout à fait semblables à ceux que j'ai figurés des schistes bitumineux d'Igornay (1) ; mais on passe de ceux-là, par une série de transitions graduelles, à des fragments de pennes à pinnules plus grandes, plus rapprochées, finalement tout à fait contiguës et se touchant par leurs bords, que l'on pourrait aisément confondre avec le *Callipteridium Regina* Rœmer (sp.) : cependant un examen attentif montre que les pinnules, au lieu d'être soudées à la base comme chez cette dernière espèce, chevauchent les unes sur les autres, chacune masquant ainsi l'oreillette basilaire arrondie de la suivante, qui est caractéristique du *Call. Rochei*, et qu'il faut alors dégager au burin pour la mettre en évidence.

Callipterisconferta. Sternberg (sp.). — Cette espèce, dont M. Benecke n'avait recueilli qu'un seul fragment lors de ses premières recherches, s'est montrée beaucoup plus fréquente dans les couches explorées en dernier lieu ; elle s'y présente à la fois sous la forme typique, et sous la forme *obliqua*, à pinnules très obliques et moins rétrécies à la base.

Je dois, à propos de cette espèce, revenir ici sur une indication que j'ai donnée jadis relativement à sa présence dans le Permien du Val de Villé : j'ai figuré, dans l'*Atlas* du tome IV de l'*Explication de la Carte géologique de la France* (2), un échantillon de *Callipteris conferta* appartenant à l'Ecole nationale des Mines et provenant de la collection Dietrich. MM. Benecke et van Werveke n'ayant retrouvé dans la région aucune roche semblable à celle de cette empreinte (3),

(1) R. ZEILLER, Bassin houiller et permien d'Epinaç et d'Autun, *Flore fossile*, 1^{re} part., p. 80, pl. IX, fig. 1 à 3.

(2) Pl. CLXVII, fig. 6.

(3) BENECKE und VAN WERVEKE, loc. cit., p. 37, note 1.

consistant en un schiste gris foncé à grain très fin, je me suis reporté au catalogue original de cette collection, établi il y a environ un siècle, afin de vérifier la provenance : j'y ai trouvé mentionnées sous les nos 14, 15 et 16, ce dernier numéro étant précisément celui de l'échantillon en question, trois empreintes de végétaux fossiles, provenant : le n° 14 « *du Val de Villé* », et le n° 15 « *du même lieu* ». Quant au n° 16, un simple trait remplace l'indication de provenance, et il avait été interprété comme signifiant que la provenance était la même que pour les précédents ; mais le soin pris, dans d'autres parties du même catalogue, de répéter « *du même lieu* » pour de longues séries d'échantillons consécutifs, me donne à penser maintenant que cette interprétation était erronée. J'ajoute que j'ai retrouvé dans les collections de l'Ecole des Mines le n° 14, qui montre une empreinte d'*Annularia sphenophylloides* sur un schiste absolument noir, assez grossier, et tout différent de celui qui porte le fragment de fronde de *Call. conferta*, d'où l'on peut inférer également que le n° 14 et le n° 16 ne doivent pas venir du même gisement. Il est assez probable que cet échantillon n° 14 devait venir des mines de Lalaye, alors en exploitation, tandis que la provenance du n° 16 était inconnue. L'indication que j'avais donnée doit donc être tenue pour nulle et non avenue.

Callipteris prælongata. Weiss. — M. Benecke a découvert en 1893 à Teufelsbrunnen de nombreux fragments de frondes de cette espèce, qui n'est peut-être, comme se l'était demandé Weiss (1), qu'une simple variété de la précédente. Elle semble en effet s'y rattacher assez étroitement, par l'intermédiaire, d'une part, du *Call. sinuata* Brongniart, qui a été regardé par Weiss comme une variété du *Call. conferta* et dont elle ne diffère que par l'allongement plus nettement accentué de ses pinnules supérieures, d'autre part par les formes que M. Sterzel a classées comme *Call. conferta*, var. *polymorpha* (2). Il faudrait toutefois des renseignements plus nombreux et plus complets pour pouvoir se prononcer sur la question.

En tout cas il n'est pas inutile de rappeler que le *Call. prælongata*, découvert à Lebach dans le Rothliegende moyen, a été retrouvé

(1) WEISS, Foss. Flora d. jüngst. Steinkohlenform. u. d. Rothlieg. im Saar-Rhein-Gebiete, p. 82.

(2) STERZEL, Die Flora des Rothlieg. im nordwest. Sachsen, p. 46, pl. V, fig. 4. ; pl. VI, fig. 2, 3 ; pl. VII, fig. 1, 2. — ZEILLER, Bass. houill. et perm. de Brive, Flore foss., p. 36, pl. VIII, fig. 2.

récemment par M. Sterzel dans le Rothliegende inférieur du Plauensche Grund, en Saxe (1).

Odontopteris lingulata. Göppert (sp.) (*Od. obtusa*. Weiss). — Quelques fragments de pennes.

Necropteris gleichenioides. Stur (?). — La comparaison de quelques-uns des échantillons recueillis par M. Benecke avec des empreintes de cette espèce provenant de Bussaco, où M. de Lima l'a récoltée en abondance, me porte à croire à la présence de celle-ci à Teufelsbrunnen, bien que la conservation imparfaite des échantillons me laisse des doutes sur la détermination.

Necropteris sp. (Pl. IX, fig. 6, 6 A). — Parmi les empreintes provenant des dernières explorations de M. Benecke se sont trouvés divers fragments de pennes d'un *Necropteris* à pinnules assez grandes, longues de 15 à 20 millimètres sur 7 à 8 millimètres de largeur, terminées en pointe obtusément aiguë, à nervure médiane se suivant jusqu'à une assez faible distance du sommet, offrant en somme une assez grande ressemblance avec le *Necr. Matheroni* Zeiller, de Commentry (2); il y a toutefois quelques différences, consistant en ce qu'ici l'extrémité est moins aiguë, et surtout en ce que les nervures secondaires sont moins étalées et notablement moins serrées, aboutissant au bord du limbe au nombre de 16 à 20 seulement par centimètre. Bien que cette réduction du nombre des nervures puisse être imputée dans une certaine mesure à la moindre dimension des pinnules, elle me semble trop forte, jointe à l'obliquité plus grande de ces nervures, pour qu'on puisse identifier ces fragments de pennes avec le *Necr. Matheroni*. Ils ne laissent pas, d'autre part, d'offrir certaines analogies avec le *Necr. gleichenioides*, et sur quelques-uns d'entre eux l'on voit, comme chez ce dernier, la partie inférieure des pinnules se diviser en lobes de plus en plus accentués, ces pinnules accusant ainsi une tendance à se transformer en pennes garnies de pinnules plus petites à sommet arrondi; mais les nervures sont beaucoup trop espacées pour permettre une assimilation avec cette espèce.

Il semble, en somme, qu'il doit s'agir ici d'un type spécifique nou-

(1) STENZEL, Die Flora des Rothlieg. im Plauenschen Grunde bei Dresden, p. 46, pl. I, fig. 10-14.

(2) R. ZEILLER, Flore foss. du terr. houiller de Commentry, 1^{re} partie, p. 243, pl. XXVIII, fig. 7.

veau, aussi m'a-t-il paru intéressant de donner la figure d'un des meilleurs échantillons; néanmoins ceux-ci demeurent insuffisants, et je crois préférable, dans ces conditions, de m'abstenir de créer un nom pour un type que je ne pourrais, quant à présent, définir avec précision, et dont je ne puis, malgré les caractères qui paraissent le distinguer du *Neur. Matheroni*, affirmer positivement l'autonomie.

Neuropteris Planchardi. Zeiller. — Cette espèce, trouvée tout d'abord à Commeny, retrouvée ensuite dans le Permien inférieur de l'Autunois, et plus récemment, par M. Potonié, dans le Rothliegende inférieur de Stockheim en Bavière (1), s'est montrée, bien que rare, mais nettement caractérisée, dans les dernières récoltes de M. Benecke.

Cyclopteris sp. — Divers fragments, non déterminables spécifiquement, mais dont quelques-uns accompagnent le *Neuropteris* sp. mentionné tout à l'heure et concordent bien avec lui au point de vue de l'espacement des nervures.

Dictyopteris Schützei. Rømer. — Signalé par M. l'abbé Boulay à Teufelsbrunnen, où il a été retrouvé par M. Benecke.

Tæniopteris jejuna. Gr. Enry. — Rare.

Tæniopteris multinervis. Weiss. (Pl. IX, fig. 2 à 5). — C'est l'une des espèces les plus fréquentes à Teufelsbrunnen. M. l'abbé Boulay avait signalé son abondance dans les couches de la forêt de Houcourt, et avait fait remarquer que le *Tæn. fallax* Gœppert et le *Tæn. abnormis* Gutbier ne paraissaient pas en différer spécifiquement (2). L'examen des échantillons recueillis par M. Benecke m'a conduit à cette même conclusion, à l'appui de laquelle il me paraît utile d'entrer dans quelques détails.

Le *Tæn. fallax*, d'après les figures qu'en a données Gœppert, paraît se distinguer du *Tæn. multinervis* par ses nervures un peu moins serrées, moins divisées, et surtout partant normalement du rachis au lieu de s'incurver à la base pour se raccorder à lui tangentiellement. Or, les échantillons de Teufelsbrunnen montrent, à ces divers points de vue, toute une série de passages entre les deux types. En ce qui regarde l'espacement des nervures, l'échantillon

(1) POTONIÉ, Die Flora des Rothlieg. von Thüringen (*Abbandl. d. k. preuss. geol. Landesanstalt*, 1893), p. 135, pl. XVIII, fig. 1.

(2) BOULAY, loc. cit., p. 43.

de la fig. 3, Pl. IX, entr'autres, offre, d'un point à l'autre, des variations considérables, ainsi qu'on peut le constater sur cette figure en l'examinant à la loupe : vers l'extrémité de la fronde, à gauche, on compte sur le bord du limbe jusqu'à 23 nervures sur un demi-centimètre de longueur; un peu plus bas, en *a*, 14 nervures seulement; plus bas encore les nervures se resserrent de nouveau et arrivent à 20 par demi-centimètre; leur nombre par centimètre varie donc de 28 à 46 sur une étendue de moins de deux centimètres. Du côté droit, elles sont plus régulières, toutes assez peu serrées, au nombre de 30 à 32 par centimètre; de plus elles sont normales à la nervure médiane comme chez le *Ten. fallax*, tandis que du côté gauche elles sont obliques, peut être, il est vrai, par suite d'un relèvement accidentel du limbe; mais en outre de cette obliquité, plusieurs d'entre elles montrent vers la base une incurvation très accentuée, qui va se perdre comme dans un pli, en même temps qu'elles se réunissent deux à deux, attestant ainsi une bifurcation voisine de leur point d'origine.

La même chose se voit, plus nettement encore, sur l'empreinte de la fig. 2, où les nervures du tiers ou du quart inférieur de l'échantillon offrent, surtout du côté droit, les caractères normaux d'incurvation et de bifurcation une ou deux fois répétée qui sont l'apanage du *Ten. multinervis*; plus haut, au contraire, où la gouttière médiane est plus étroite, l'incurvation basilaire disparaît ainsi que la première bifurcation, et du côté gauche les nervures semblent, dans toute la moitié supérieure de l'empreinte, partir normalement du rachis.

De même, vers le bas de la fig. 4 les nervures montrent à leur base les bifurcations et l'incurvation normales du *Ten. multinervis*, se détachant tangentiellement du rachis; puis, à mesure qu'on s'élève, on voit cette portion inférieure des nervures s'effacer peu à peu, comme si le bord du rachis empiétait graduellement sur leur base, si bien qu'elles paraissent vers le haut partir normalement de ce bord comme chez le *Ten. fallax*.

Il ressort de là que ces différences, que montraient déjà, mais à un moindre degré, les figures de *Ten. multinervis* publiées par M. Raciborski (1), sont purement accidentelles, et imputables uniquement au mode de conservation des échantillons: la face supérieure de la fronde devait présenter le long du rachis médian

(1) RACIBORSKI, *Permokarbonska Flora Karniowickiego waplenia (Rozpr. Wydz. mat. Akad. w Krakowie, XXI, 1891)*, pl. VI, fig. 1-9.

une gouttière assez profonde, sur les bords de laquelle se trouvaient et le point de départ des nervures latérales et leurs premières bifurcations. Lorsque le limbe est bien étalé, ce point de départ et ces bifurcations sont visibles, ainsi que l'incurvation basilaire; l'empreinte offre alors les caractères normaux du *Tæn. multinervis*. Si les deux bords de la gouttière sont demeurés rapprochés l'un de l'autre, la portion tout à fait inférieure des nervures n'est plus visible, et celles-ci n'apparaissent sur l'empreinte qu'ayant pris déjà une direction normale ou presque normale au rachis et privées de leurs premières bifurcations, présentant ainsi l'aspect du *Tæn. fallax*. Si, d'autre part, on a affaire à l'empreinte de la face inférieure, le rachis, assez large et plus ou moins écrasé, masque la portion la plus inférieure des nervures, ce qui donne lieu à la même apparence; tel est certainement le cas de l'empreinte fig. 4.

Il faut donc bien réunir au *Tæn. multinervis* les deux formes figurées par Göppert sous le nom de *Tæn. fallax* (1) et dont l'une, *Tæn. fallax, major*, présentait d'ailleurs avec le *Tæn. multinervis* une ressemblance assez marquée. J'ajoute, à ce que j'ai dit plus haut de l'espacement des nervures, que, parmi les échantillons de Teufelsbrunnen, j'en ai trouvé où le nombre des nervures, comptées sur le bord du limbe, s'élève jusqu'à 50 par centimètre, tandis que sur d'autres il peut descendre à 20 et même à 18.

La largeur de la fronde varie également dans des limites singulièrement larges: habituellement elle oscille entre 30 et 45 ou 50 millimètres, mais elle peut, d'une part, se réduire presque à 20 millimètres, et d'autre part elle s'élève parfois jusqu'à 12 centimètres, comme sur l'échantillon fig. 3, égalant ainsi ou dépassant celle du *Tæn. abnormis* Guthier (2), sans qu'il soit cependant possible de tracer une limite ni de voir là autre chose que des variations individuelles: on en observe d'ailleurs de tout aussi étendues chez certaines Fougères vivantes, telles, par exemple, que l'*Asplenium nidus*. Quant à la nervation, indiquée par Guthier comme normale au rachis médian, la figure de détail qu'il a donnée, de même que celle qu'a publiée plus récemment M. Sterzel (3), montre nettement des nervures fortement incurvées à la base et bifurquées à peu de distance de leur origine, de telle sorte que, avec ce

(1) GÖPPERT, Foss. Fl. d. Perm. Form., p. 130, pl. VIII, fig. 5, 6; pl. IX, fig. 3.

(2) GUTHIER, Die Verstein. d. Rothlieg. in Sachsen, p. 17, pl. VII, fig. 1, 2.

(3) STERZEL, Tænopterideen aus dem Rothlieg. von Chemnitz-Hilbersdorf (*Neues Jahrb. f. Min.* 1876), pl. VI, fig. 1 a.

que j'ai dit tout à l'heure des variations qu'on observe à cet égard chez le *Tæn. multinervis*, on est forcément amené à considérer le *Tæn. abnormis* comme une simple forme de ce dernier.

Bien que le nom spécifique de *multinervis* soit postérieur à ceux d'*abnormis* et de *fallax*, je crois néanmoins qu'il doit être conservé de préférence à ceux-ci, l'espèce n'ayant, en réalité, été nettement définie ni par Gutbier ni par Göppert, qui n'en ont figuré que des formes anormales, et Weiss en ayant le premier fixé les véritables caractères, sans pouvoir, en raison des différences apparentes de nervation, soupçonner l'identité spécifique de ces trois formes.

J'ajoute que, sur tous les échantillons assez complets de *Tæn. multinervis* de Teufelsbrunnen, on voit le limbe se rétrécir graduellement à la partie inférieure, descendant le long du rachis jusqu'à se réduire à rien, conformément à ce que faisait présumer l'une des empreintes de Millery que j'ai figurées (1); aucun d'entre eux ne montre la termination brusque en une base arrondie que faisait voir un autre spécimen de Millery (2), assez mal conservé d'ailleurs, et que je n'avais rapporté qu'avec quelque hésitation à cette espèce.

SPHÉNOPHYLLÉES.

Sphenophyllum oblongifolium. Germar et Kauffuss (sp.). — Divers échantillons, les uns à feuilles normales, les autres à feuilles plus profondément divisées.

Cette espèce avait, comme la précédente, été reconnue à Teufelsbrunnen dès 1879 par M. l'abbé Boulay.

Sphenoph. Thoni. Mahr. — Quelques spécimens.

CALAMARIÉES.

Calamites cannaeformis. Schlotheim. — Quelques empreintes, dans les premières récoltes de M. Benecke.

Celles-ci comprenaient en outre diverses tiges de Calamariées ligneuses, dont quelques-unes étaient assimilables à l'*Arthropitys*

(1) R. ZEILLER, Bassin houiller et permien d'Epinal et d'Autun, *Flore fossile*, 1^{re} part., pl. XII, fig. 2.

(2) *Ibid.*, p. 163, pl. XII, fig. 3.

approximata Artis (sp.) (1); parmi les autres, et d'après leur ressemblance avec des échantillons de Commentry, une partie m'ont paru pouvoir être comparés à l'*Arthr. communis* Binney, et le reste à l'*Arthr. elongata* B. Renault, sans que je puisse toutefois, vu l'absence de caractères anatomiques, présenter ces déterminations comme certaines.

Annularia stellata. Schlotheim (sp.). — Cette espèce, signalée par M. l'abbé Boulay, est accompagnée à Teufelsbrunnen de nombreux épis de fructification (*Calamostachys tuberculata*), dont quelques-uns dépouillés de leurs sporanges, qu'on retrouve épars sur certaines plaques en nombre considérable.

À côté des verticilles foliaires de l'*Ann. stellata*, j'ai observé également, sur quelques échantillons, des racines à ramification pinnée, assez semblables au *Pinnularia columnaris* Artis (sp.) ou au *Pinn. capillacea* Lindley et Hutton; je les mentionne ici en raison de l'attribution que M. Grand'Eury croit pouvoir en faire à cet *Annularia* (2).

CORDAÏTES.

Cordaites sp. — Parmi les échantillons récoltés en 1889 et 1890 à Teufelsbrunnen par MM. Benecke et van Werveke, se sont trouvés des fragments de feuilles de *Cordaites*, trop incomplets pour pouvoir être déterminés spécifiquement avec certitude; je crois cependant qu'une partie au moins d'entre eux appartiennent au *Cord. principalis* Germar (sp.).

Je rappelle que M. l'abbé Boulay a également signalé des *Cordaites* à Teufelsbrunnen sans pouvoir leur attribuer de nom spécifique. Il y a cité aussi un *Dorycordaites*, mais je n'ai vu aucun échantillon appartenant à ce genre.

Poucordaites expansus. Renault. — Je rapporte à cette espèce, créée par M. B. Renault sur des empreintes de Commentry (3), des fragments de feuilles linéaires qui se sont montrés en abondance

(1) Au sujet de la mention que je fais ici du nom d'Artis, au lieu de celui de Schlotheim, cité couramment comme créateur de ce nom spécifique pour les *Calamites* à entrenœuds très courts, je ne puis que renvoyer aux observations que j'ai déjà formulées dans la *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes*, p. 352-353.

(2) GRAND'EURY, *Flore carb. du dép. de la Loire*, p. 46.

(3) B. RENAUT, *Flore foss. du terr. houiller de Commentry*, 2^e part., p. 390, pl. LXVI, fig. 8 à 10.

dans les dernières récoltes de M. Benecke. Ces feuilles varient, comme largeur, entre 12 et 22 millimètres ; elles sont arrondies au sommet, parcourues par des nervures fortes espacées de 0^{mm}.75 à 1 millimètre, entre lesquelles on distingue plusieurs nervures fines et serrées, qui pourraient parfois faire croire qu'on a affaire à un *Dorycordaites*. La longueur reste incertaine, mais elle dépassait certainement 20 centimètres.

J'imagine que ce sont des fragments de ces mêmes feuilles que M. l'abbé Boulay a désignés sous le nom de « *Poacordaites latifolius* Gr. Eury » (1), et il est possible qu'il y ait, en effet, identité avec l'espèce de Saint-Etienne à laquelle ce nom devait s'appliquer; mais M. Grand'Eury se réfère simplement, pour son *Poacordaites latifolius* (2) ou *sublatifolius* (3), au « *Poacites latifolius* Gœppert, *Die fossile Flora des Uebergangsgebirges*, p. 215, pl. XV. » Or, en se reportant à cet ouvrage (p. 216 et non 215), on voit que Gœppert n'a mentionné le *Poacites latifolius*, dont il avait antérieurement donné le nom seul sans définition, que comme synonyme de son *Næggerathia palmaeformis*, lequel est un *Dorycordaites*. Le nom de *Poacordaites latifolius* doit donc forcément, quelle que soit l'espèce à laquelle il ait dû s'appliquer, être laissé de côté.

M. l'abbé Boulay a cité en outre à Teufelsbrunnen, mais avec quelque doute, l'*Anthodiopsis Beinertiana* Gœppert; peut-être s'agit-il là d'une inflorescence mâle de quelque Cordaïté; mais parmi les empreintes que m'a communiquées M. Benecke, il ne s'est rien trouvé d'analogue.

CYCADÉES.

Plagiozamites (nov. gen.) *Planchardi*. Renault (sp.) (Pl. VIII, fig. 1 à 5; Pl. IX, fig. 1). — Tandis qu'à Commeny, où ont été découverts les premiers *Zamites* paléozoïques, il n'a été rencontré qu'un seul échantillon, et encore assez mal conservé, montrant les folioles en place le long du rachis, tous les autres offrant seulement des folioles détachées, à Teufelsbrunnen au contraire il a été récolté plusieurs fragments de frondes avec leurs folioles attachées de part et d'autre du rachis commun et dans un excellent état de conservation. Les plus intéressants sont représentés Pl. VIII, fig. 1 à 5

(1) BOULAY, loc. cit., p. 23, 45.

(2) GRAND'EURY, loc. cit., p. 224.

(3) Ibid., p. 314.

et Pl. IX, fig. 1; le plus beau d'entre eux assurément est celui que reproduit la fig. 1, Pl. VIII, et qui, recueilli par M. Raciborski, a été donné par lui aux collections du Service géologique d'Alsace, à Strasbourg; il ressemble beaucoup, au premier coup d'œil, à divers *Zamites* secondaires, à cela près toutefois qu'il a les folioles moins aiguës que la plupart de ceux-ci; mais si on l'étudie de plus près, si l'on examine surtout certains autres échantillons, tels que ceux des fig. 4 et 5, Pl. VIII; fig. 1, Pl. IX, on constate qu'il s'agit ici d'un type différant à beaucoup d'égards des vrais *Zamites* et méritant à aussi juste titre au moins que les *Otozamites*, les *Podozamites*, et autres formes secondaires, d'en être distingué génériquement.

D'une part, les folioles, au lieu d'avoir un contour entier, sont munies sur leurs bords de dents aiguës plus ou moins espacées, constituées par le prolongement des nervures. Ces dents sont nettement visibles sur le bord inférieur des folioles les plus basses de l'échantillon fig. 1, Pl. IX, où elles atteignent au moins 0^{mm},5 de longueur: elles se distinguent fort bien sur la figure grossie 1 A. Le même prolongement des nervures se voit également, non plus sur les bords latéraux, mais à l'extrémité des folioles supérieures du fragment de fronde fig. 4, Pl. VIII, ainsi que de celles de l'échantillon fig. 5, dont le limbe apparaît même véritablement frangé, tant ces dentelures sont accentuées (fig. 4 A, 5 B).

D'autre part, le mode d'insertion de ces folioles est tout différent de celui qu'on observe chez les *Zamites* jurassiques et crétacés, quel que soit le genre ou sous-genre auquel on ait affaire: chez ces derniers, en effet, l'insertion a toujours lieu suivant une ligne parallèle ou à peu près parallèle à l'axe du rachis, et sur la face supérieure de celui-ci, les folioles s'étalant toutes dans un même plan, tangent audit rachis; ici au contraire l'insertion est nettement transversale: la base de chaque foliole entoure le rachis suivant une ligne oblique, qui s'élève d'avant en arrière et embrasse près de la moitié de la périphérie (fig. 5, 5 A, Pl. VIII). Les folioles sont ainsi presque amplexicaules, et l'on constate sur les échantillons fig. 4 et 5 que leurs limbes, au lieu de s'étaler dans un seul et même plan, s'étagaient les uns au-dessus des autres, à droite et à gauche, dans deux séries de plans parallèles, symétriquement inclinés sur l'axe de la fronde. Sur plusieurs empreintes, ces folioles sont, il est vrai, étalées dans un même plan, à la surface du lit sur lequel elles reposent, mais on reconnaît, par exemple sur l'échantillon fig. 1, Pl. VIII, qu'il y a eu dans ce cas une légère torsion du limbe, et que le bord inférieur de la foliole, au voisinage de la

base, continue à faire une saillie plus ou moins prononcée en avant du rachis, tandis que le bord opposé reste en arrière de ce même rachis et plus enfoncé dans la roche. Il en est de même sur l'échantillon fig. 1, Pl. IX, mais avec une disposition inverse, celui-ci montrant la face inférieure des folioles.

Par ces deux caractères, dentelure des bords du limbe et insertion transversale, ces fragments de frondes rappellent le *Næggerathia foliosa*, chez lequel les folioles sont également insérées transversalement, et parcourues par des nervures dichotomes se terminant en dents aiguës sur le bord du limbe, ainsi que l'indique la figure type publiée par Sternberg et que j'ai pu le vérifier sur un très bon échantillon de cette espèce compris dans la collection de M. Helmhacker, acquise par l'Ecole des Mines. Seulement chez le *Næggy. foliosa*, les folioles, manifestement plus coriaces, ont une forme générale absolument différente. Il semble qu'on ait affaire ici à un type intermédiaire entre les genres *Næggerathia* et *Zamites*, présentant à la fois les deux caractères sus-mentionnés du premier, mode d'insertion et dentelure du limbe, et la forme des folioles du second avec un port général tout à fait semblable, résultant de ce que ces folioles, insérées plus obliquement que celles des *Næggerathia*, tendent à s'étaler à droite et à gauche du rachis au lieu de rester dressées contre lui.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler, à propos de la ressemblance que je signale avec les *Næggerathia*, qu'une espèce très voisine pour le moins de celle dont je parle en ce moment, avait été, ainsi que nous l'apprend M. Potonié (1), étiquetée primitivement par Weiss sous le nom générique de *Næggerathia*, et reconnue seulement plus tard par lui comme n'appartenant pas à ce genre, mais alors rapportée à tort aux *Odontopteris* sous le nom provisoire d'*Odont. næggerathiaformis*. J'ajoute que, tout en donnant à l'échantillon de Stockheim qu'il a figuré (2), le nom de *Zamites carbonarius*, M. Potonié s'est demandé, en raison du mode d'insertion des folioles, si l'on n'avait pas affaire là à un rameau de quelque Conifère plus ou moins analogue aux *Dammara*, plutôt qu'à une portion de fronde de Cycadée.

Les échantillons recueillis à Teufelsbrunnen permettent de répondre à la question qu'il s'est posée : les uns, comme celui de la fig. 4, Pl. VIII, montrent que vers le bas les folioles vont en se rac-

(1) H. POTONIÉ, loc. cit., p. 211.

(2) Ibid., p. 210, pl. XXIX, fig. 5.

courcissant peu à peu, ainsi que cela a lieu dans les frondes d'un grand nombre de Cycadées, et notamment chez la plupart des *Zamites* et des *Otozamites* ; sur d'autres, fig. 1 et 3, on voit les folioles, d'abord étalées presque horizontalement dans la région inférieure, se redresser graduellement vers le haut, comme il arrive au voisinage du sommet d'une fronde ; il semble même qu'au haut de la fig. 3, l'on voie la naissance de la foliole terminale. Enfin, si ceci reste douteux sur ce dernier échantillon, celui de la fig. 2 montre nettement à l'extrémité du rachis, contiguë à la dernière foliole de droite, la partie inférieure d'une foliole dressée verticalement et faisant suite au rachis, laquelle est incontestablement une foliole terminale. Il ressort de là qu'il s'agit bien ici de frondes pinnées, comme chez les *Neggerathia* et les *Zamites*, et non pas de rameaux feuillés ne ressemblant qu'en apparence à l'un et à l'autre de ces genres.

Ce que j'ai dit tout à l'heure des différences qui séparent ces fragments de frondes des véritables *Zamites* m'a conduit à en faire le type d'un genre nouveau, essentiellement fondé sur le mode d'insertion des folioles, la denticulation du limbe pouvant peut-être ne pas exister chez toutes les espèces. Ce genre, auquel je donne le nom de *Plagiozamites*, comprendra ainsi les frondes cycadéennes à folioles ovales-lancéolées, ressemblant par leur forme générale à celles des *Zamites*, mais *insérées obliquement* sur le rachis commun ; ces folioles me paraissent en outre différer de celles des *Zamites* en ce qu'elles n'offrent pas à leur base l'épaississement calleux que présentent toujours ou presque toujours ces dernières.

En ce qui concerne la dénomination spécifique des échantillons de Teufelsbrunnen, je dois dire que la comparaison que j'ai dû en faire avec ceux de Commentry ne m'a pas permis de me ranger à l'opinion de M. Potonié, qui considère comme identiques et réunit en une seule (1) les six espèces distinguées par M. B. Renault (2) sous les noms de *Zamites carbonarius*, *Zam. Planchardi*, *Zam. Minieri*, *Zam. acicularis*, *Zam. regularis* et *Zam. Saportanus*. Si l'on examine en effet les divers échantillons qui ont été recueillis à Teufelsbrunnen, on constate bien que de l'un à l'autre la dimension des pinnules varie dans de larges limites, de 6 ou même de 4 à 12 et 13 millimètres comme largeur, de 15 à 40 millimètres, parfois même 45 millimètres, comme longueur, et que la forme elle-même n'est

(1) H. POTONIÉ, loc. cit., p. 210-211.

(2) B. RENAULT, Flore foss. du terr. houiller de Commentry, 2^e part., p. 614-617, pl. LXVII. fig. 7-19.

pas absolument invariable, un peu plus largement ovale dans les folioles courtes, un peu plus étroitement lancéolée dans les plus allongées ; mais il est un caractère parfaitement constant, c'est celui de l'espacement relatif des nervures, qui n'oscille guère qu'entre 0^{mm},4 et 0^{mm},5. Aussi ne m'a-t-il pas paru possible de rapporter les échantillons de Teufelsbrunnen au *Zam. carbonarius*, qui, ainsi que l'a indiqué M. Renault et que j'ai pu le vérifier sur l'échantillon type, a les nervures sensiblement plus serrées : il a en même temps les folioles plus largement ovales qu'aucun des échantillons dont je viens de parler. Il est, malheureusement, assez mal conservé, mais il semble, d'après un examen attentif, que les bords du limbe soient hérissés de dents extrêmement courtes et très rapprochées ; en tout cas on n'y voit nullement les longues dents que montrent les figures grossies 4 A, 5 B. Pl. VIII, et 1 A, Pl. IX : quant à la callosité que M. Renault a indiquée à la base de ces folioles, je crois qu'il n'y a là qu'une apparence, résultant de ce que, en fait, les folioles, au lieu d'être insérées sur la face supérieure du rachis comme on le croirait au premier coup d'œil, sont insérées obliquement sur le bord de ce rachis, et que celui-ci se trouve par suite en partie superposé à leur base.

Le *Zam. Minieri* a les nervures aussi serrées que le *Zam. carbonarius*, et étant donné les variations de taille et de forme que l'on constate sur les fragments de frondes de Teufelsbrunnen, je ne serais pas surpris qu'il ne représentât qu'une forme du *Zam. carbonarius*, correspondant peut-être aux folioles les plus basses de la fronde.

Le *Zam. Saportanus*, d'autre part, a les nervures deux fois plus espacées et paraît avoir eu un limbe plus coriace que l'espèce d'Alsace, de telle sorte que l'identification ne m'a pas non plus semblé possible.

En revanche, la concordance avec le *Zam. Planchardii* est assez complète pour que je n'hésite pas à désigner sous ce nom spécifique les échantillons de Teufelsbrunnen. La foliole détachée de Commentry, qui constitue le type de cette espèce, est, il est vrai, plus grande que les plus grandes de celles qui m'occupent ici, mais de 5 ou 6 millimètres seulement, et sous le rapport de la taille elle en diffère beaucoup moins que les extrêmes de ces dernières ne diffèrent entre elles : on sait d'ailleurs que le *Zam. Fenconis*, par exemple, présente, sous ce rapport, des écarts encore plus considérables. La nervation, d'autre part, est absolument la même. Enfin, en dégagant les bords de la foliole de Commentry, j'y ai reconnu la présence de

dents aiguës, assez espacées, constituées par le prolongement des nervures, et parfaitement semblables à celles qu'on voit sur les fig. 1, 1 A, Pl. IX. Je n'ai donc aucun doute sur l'identification.

Quant aux *Zam. acicularis* et *Zam. regularis*, je ne saurais préciser leurs rapports avec les espèces précitées ; je serais toutefois assez disposé à croire que ce dernier doit, malgré l'écartement un peu plus fort de ses nervures, être réuni au *Zam. Planchardi*.

Il est certain, dans tous les cas, que ces diverses formes de Commentry, quelle que soit leur valeur spécifique, appartiennent toutes au même type générique, c'est-à-dire au genre *Plagiozamites* ; quant à l'appréciation de cette valeur, il faudrait être en possession de renseignements plus complets, c'est-à-dire d'échantillons moins fragmentaires et mieux conservés, pour pouvoir affirmer d'une façon absolument définitive si, comme je le crois d'après leurs différences de nervation, il y a bien là trois ou quatre espèces distinctes, sinon même davantage, ou si, au contraire, comme l'a admis M. Potonié, ce ne seraient, malgré ces différences, que des variations d'un seul et même type spécifique.

J'ajoute que le genre *Plagiozamites* me paraît trop voisin des *Zamites* pour qu'il puisse rester un doute sur leur affinité réelle avec eux, et comme il est, d'autre part, manifestement allié de près avec les *Neggerathia*, on doit en conclure que ce dernier genre appartient bien, lui aussi, comme l'avait pensé Brongniart (1), à la classe des Cycadées, en prenant ce terme dans le sens le plus large, et non à celle des Fougères, où le placent encore nombre de paléobotanistes.

Étant donné l'abondance de ces fragments de frondes de *Plagiozam. Planchardi* dans le gisement exploré par M. Benecke, il n'est pas défendu d'espérer que l'on trouvera peut-être quelque jour à Teufelsbrunnen des échantillons susceptibles de fournir des renseignements sur le mode de fructification de cet intéressant type générique.

CONIFÈRES.

Walchia piniformis. Schlotheim (sp.). — Il s'est trouvé, dans les dernières récoltes de M. Benecke, quelques ramules de cette espèce, à laquelle il faut sans doute rapporter aussi un fragment de tige écrasé, très charbonneux, large de plus de 4 centimètres, encore muni de feuilles le long de ses bords.

(1) Ad. BRONGNIART, Tabl. des genres de végét. foss., p. 64-65.

Walchia filiciformis. Schlotheim(sp.). — Un fragment de rameau avec ses ramules encore adhérents.

Gomphostrobus bifidus. E. Geinitz (sp.). — Une écaille bifurquée au sommet, semblable à celles qui ont été déjà figurées sous ce nom. Je la mentionne ici à côté des *Walchia*, dans la pensée qu'il faut y voir une écaille séminifère de Conifère, plutôt qu'une feuille sporangifère de Psilotacée comme le voudrait M. Potonié (1).

GRAINES.

Cordaicarpus Cordai. Geinitz (sp.). — Je rapporte à cette espèce plusieurs graines ovales ou arrondies, obtusément aiguës à l'une de leurs extrémités, et qui ne diffèrent pas plus les unes des autres comme forme et comme taille que les échantillons figurés par M. H. B. Geinitz.

M. l'abbé Boulay a signalé à Teufelsbrunnen (2) le *Cardiocarpus orbicularis* Ettingshausen et le *Rhabdocarpus obliquus* Gæppert ; aucune de ces deux espèces ne s'est trouvée représentée dans les échantillons que m'a communiqués M. Benecke.

Trigonocarpus Parkinsoni. Brongniart. — L'une des graines récoltées par M. Benecke dans ses dernières explorations ressemble de tout point, comme forme et comme dimensions, aux figures données par Parkinson : je la rapporte donc à cette espèce plutôt qu'au *Trig. postcarbonicus* Gumbel, qui a le sommet moins aigu.

Pachytesta sp.(?). — Peut-être faut-il attribuer à ce genre de grosses graines, trouvées à Teufelsbrunnen par MM. Benecke et van Werveke, mais trop incomplètement conservées pour être susceptibles d'une détermination générique tant soit peu certaine.

Samaropsis sp. (?) — Je ferai la même observation pour d'autres graines, qui paraissent avoir été munies d'une aile et qui se rangeraient en ce cas dans le genre *Samaropsis*.

Samaropsis (?) *socialis*. Gr. Eury (sp.). — Quelques plaques de Teufelsbrunnen montrent un grand nombre de ces petites graines, dont l'aile est tellement réduite qu'on peut même douter de son existence, si bien que leur attribution au genre *Samaropsis* ne peut être considérée comme absolument certaine.

(1) POTONIÉ, loc. cit., p. 197-210.

(2) BOULAY, loc. cit., p. 23.

Parmi les espèces qui viennent d'être énumérées, huit n'avaient pas été observées lors des premières recherches faites à Teufelsbrunnen par MM. Benecke et van Werveke, non plus que par M. l'abbé Boulay, à savoir : *Pecopteris Monyi*, *Callipteridium Rochei*, *Callipteris prælongata*, *Necropteris* sp., *Necr. Planchardi*, *Plagiozamites Planchardi*, *Walchia piniformis*, *W. filiciformis* et *Gomphostrobus bifidus*. Or, ce ne sont pas, au point de vue de l'appréciation du niveau, les moins intéressantes de la liste qui précède. Elles viennent, en effet, préciser et confirmer d'une façon très nette les conclusions de MM. Benecke et van Werveke relatives à l'âge de ces couches. Dans leurs premières explorations, si on laisse de côté le *Necr. gleichenioides*, dont la détermination n'est pas bien certaine, il ne s'était trouvé en effet que deux espèces franchement permienues, *Taniopteris multinervis* et *Callipteris conferta*, et encore celle-ci représentée seulement par un échantillon unique et fort incomplet. A côté de ces deux espèces, dont la dernière a été rencontrée sous forme de fragments de frondes plus nombreux et plus complets, il faut en placer maintenant trois ou quatre autres, qui sont pour le moins aussi caractéristiques : d'abord le *Callipteridium Rochei*, trouvé d'une part dans le Rothliegende moyen de Schwarzkosteletz en Bohême, d'autre part dans le Permien inférieur de l'Autunois (Autunien), dans l'étage inférieur d'Igornay et peut-être dans l'étage moyen de Muse; le *Callipteris prælongata*, découvert à Lebach, mais retrouvé depuis peu, ainsi que je l'ai rappelé, dans le Rothliegende inférieur de la Saxe; le *Walchia filiciformis*, exclusivement propre au Permien tout aussi bien que les *Callipteris*, et qui, déjà signalé par Weiss à la partie supérieure de l'étage de Cusel, s'est montré à M. Potonié dans les couches les plus inférieures du Rothliegende de la Thuringe, notamment à Stockheim (1); enfin le *Gomphostrobus bifidus*, qui, à part les couches de Loubignac dans la Corrèze (2), que je regarde comme appartenant encore au Houiller, mais comme confinant immédiatement au Permien, n'a été rencontré que dans ce dernier terrain.

Quant aux *Pecopteris Monyi* et *Necropteris Planchardi*, leur présence à côté des *Callipteris* n'a rien que de naturel, puisqu'on les a déjà observés ailleurs dans des couches permienues; j'en dirai autant du *Plagiozamites Planchardi*, une forme extrêmement voisine, sinon identique, ayant, comme je l'ai dit, été trouvée dans le Rothliegende inférieur de Stockheim.

(1) POTONIÉ, loc. cit., p. 2.

(2) ZEILLER, Bassin houiller et permien de Brive, Flore foss., p. 102.

En résumé, la flore de Teufelsbrunnen comprend, pour la plus grande partie, des espèces houillères, mais connues pour monter plus ou moins haut dans le Rothliegende, et, réparties au milieu d'elles, cinq ou six espèces exclusivement propres au Permien. Ce sont bien là les proportions qui caractérisent la flore du Rothliegende inférieur, telle qu'on l'observe à Cusel dans le bassin de la Sarre, au Plauensche Grund en Saxe, à Stockheim en Bavière, à Igornay dans l'Autunois. Aucune, d'ailleurs, de ces cinq ou six espèces particulièrement caractéristiques n'est de nature à être invoquée à l'encontre de cette détermination, puisque toutes ont été observées déjà sur ce même horizon. D'un autre côté, l'on n'a pas rencontré à Teufelsbrunnen les formes si variées de *Callipteris*, telles que *Call. Naumannii*, *Call. lyratifolia*, *Call. subauriculata*, qu'on a l'habitude de voir apparaître dès qu'on s'élève un peu plus haut, comme par exemple à Lebach, à Reinsdorf en Saxe, à Manebach en Thuringe, à Muse ou à Millery dans l'Autunois.

On peut donc paralléliser les couches de Teufelsbrunnen, c'est-à-dire l'étage de Trienbach, avec les niveaux précités de Cusel, du Plauensche Grund, de Stockheim et d'Igornay : c'est la partie la plus basse du Permien, le Rothliegende inférieur, ou, autrement dit, l'Autunien inférieur, si l'on veut, comme plusieurs géologues sont d'avis de le faire, réserver le nom de Rothliegende pour l'étage des Grès rouges et admettre trois termes dans la formation permienne.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE VIII.

- Fig. 1. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Fragment de fronde.
 Fig. 2. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Sommet d'une fronde.
 Fig. 3. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Portion supérieure d'une fronde.
 Fig. 4. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Fragment de fronde.
 Fig. 4 A. — Folioles du même, grossies une fois et demie.
 Fig. 5. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Fragment de fronde.
 Fig. 5 A. — Base des folioles du même, grossie deux fois.
 Fig. 5 B. — Sommet des folioles du même, grossi deux fois.

PLANCHE IX.

- Fig. 1. — *Plagiozamites Planchardi*. B. Renault (sp.). — Fragment de fronde, vu en dessous.
 Fig. 1 A. — Folioles du même, grossies une fois et demie.
 Fig. 2. — *Teniopteris multinervis*. Weiss. — Portion supérieure d'une fronde.
 Fig. 3. — *Teniopteris multinervis*. Weiss. — Sommet d'une fronde.
 Fig. 4. — *Teniopteris multinervis*. Weiss. — Portion inférieure d'une fronde.
 Fig. 5. — *Teniopteris multinervis*. Weiss. — Fragment d'une fronde très large.
 Fig. 6. — *Neuropteris* sp. — Fragment de penne.
 Fig. 6 A. — Pinnule du même, grossie une fois et trois quarts.

NOTE
SUR LES CRIOCERAS DU GROUPE DU *CRIOCERAS DUVALI*

par M. H. NOLAN (1).

(Pl. X).

L'examen de nombreux exemplaires du groupe du *Crioceras Duvali* (Léveillé) recueillis à Marjoque m'a conduit à exposer les déductions que j'ai tirées de la comparaison de ces Ammonitidés, tant au point de vue de leur répartition en espèces distinctes qu'en ce qui concerne les rapports de ces diverses espèces, soit entre elles, soit avec des formes voisines ayant déjà reçu des dénominations spécifiques.

Remontant aux diagnoses de Léveillé (2), de d'Orbigny (3) et de Pictet (4), puis confrontant les figures données par ces auteurs et par M. Bayle (5) avec les échantillons que j'ai eus entre les mains, j'ai cru remarquer que le nom de *Crioceras Duvali* était appliqué aujourd'hui non seulement à des formes semblables à celle découverte par Léveillé, mais encore à des Céphalopodes très éloignés à l'état jeune du type primitivement décrit.

Pictet le premier avait admis que les individus de *Crioceras Duvali* se répartissaient en deux sections (6). L'une où prenaient place

(1) Communication faite dans la séance du 19 Mars 1894; manuscrit remis le 14 Mars. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 17 Mai 1894.

L'étude de ces fossiles, commencée au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. Munier-Chalmas, a été continuée et achevée au Laboratoire de la Faculté de Grenoble, où M. le professeur Kilian a bien voulu m'aider de son expérience et de ses conseils.

(2) LÉVEILLÉ. — Description de quelques nouvelles coquilles fossiles du département des Basses-Alpes. *Mémoires de la Société Géologique de France*, tome II, 2^e partie, 1837, p. 313, pl. 22, fig. 1.

(3) D'ORBIGNY. — Paléontologie française. Terrains crétacés, t. I, p. 459, pl. 113.

(4) PICTET et CAMPIGHE. — Matériaux pour la Paléontologie suisse, 3^e série, 1861-64, 2^e partie, p. 37, pl. 47 bis. — PICTET. Mélanges paléontologiques, 1863, 2^e notice, p. 9, pl. 1, fig. 2.

(5) BAYLE. — Explication de la Carte géologique de France, 1878, t. IV (Planches). Planche 97.

(6) PICTET. — Matériaux pour la Paléontologie suisse, 3^e série, 1861-1864, p. 37.

les échantillons à grosses côtes tuberculées séparées par des faisceaux de côtes toujours minces et à section des tours arrondie : C'était son type alpin (type n° 2), celui qui, selon lui, se rapprochait le plus par ses caractères de l'espèce Léveillé. Pictet considérant en outre le *Crioceras Durali* de la Paléontologie française comme devant être rangé dans la même section et cette opinion semble des mieux justifiées.

L'autre section fut créée pour les *Crioceras* chez lesquels les tubercules des grosses côtes deviennent moins constants avec l'âge, et surtout chez lesquels les côtes secondaires s'épaississent de plus en plus, de sorte que la différence primitive de taille entre elles et les principales diminue à mesure que le Céphalopode s'accroît.

Pictet voyait dans les individus de cette catégorie (type n° 1) une forme plus particulièrement jurassienne de l'espèce, quoiqu'on la trouve aussi dans les régions subalpines, comme du reste il l'indique lui-même.

Il attira également l'attention sur ces faits, que chez les *Crioceras Durali*, la persistance des tubercules conduirait au *Crioceras Emerici* (Léveillé), que la disparition de ces ornements sur les régions ombilicales et latérales des grosses côtes mènerait au contraire au *Crioceras Villersianum* (d'Orb.), et qu'enfin on relève beaucoup de similitude entre le *Crioceras* dont il est question et certaines *Ammonites angulicostatus* (d'Orb.) à spire déroulée.

La possession d'un nombre d'exemplaires plus considérable que celui qu'il avait été donné à Pictet d'observer, a confirmé à mon avis les appréciations d'ensemble du savant genevois et m'a permis en outre d'exprimer les considérations suivantes que m'a suggérées l'examen de formes nouvelles ou intermédiaires jusqu'à présent inconnues. (1)

Une différence frappe tout d'abord quand on compare la figure du mémoire de Léveillé à celles des autres auteurs qui ont étudié après lui l'espèce qu'il avait créée. Tandis en effet que dans le type, les grosses côtes, lisses dès le début, sont simplement renflées à leur extrémité ventrale, dans les figures de d'Orbigny et de Pictet, au contraire, elles sont *trituberculées*, au moins tant que le Céphalopode n'est pas parvenu à une phase avancée de son développement.

(1) J'aurais vivement désiré que l'état de mes matériaux me permit d'accompagner les figures de mes exemplaires du tracé de leurs *cloisons*. Malheureusement, leur conservation était insuffisante, et j'ai pu seulement noter qu'elles se rapprochaient beaucoup de celles des Hapites figurées par Neumayr et Uhlig dans leur étude sur le Hills de l'Allemagne du Nord.

Les spécimens représentés dans le Paléontologie française et dans les Matériaux pour la Paléontologie suisse doivent donc en réalité être envisagés comme des formes liées au type par une parenté qui, bien qu'étroite, ne l'est pas assez pour qu'on ne trouve dans les différences constantes qu'elles présentent avec lui, des raisons suffisantes pour y voir des espèces distinctes.

Ce qui fortifie, à mon avis, cette opinion, c'est qu'il existe bien une forme à côtes sans tubercules, identique à celle des Mémoires de la Société Géologique de France et de la Description de la Carte géologique de France.

Si, une fois adulte, cette espèce offre trop d'affinités avec celles qui sont d'abord tuberculées pour qu'on puisse l'en séparer, elle n'en jouit pas moins pendant la majeure partie de son évolution d'une individualité incontestable.

A ne tenir compte que des catégories qui viennent d'être citées, on serait déjà porté à en conclure que l'adulte du *Crioceras Duvali* provient de la *convergence* de deux groupes à ornementation bien différente dans le principe. Or, les échantillons de Marjoke mettent en évidence l'existence d'une autre catégorie de *Crioceras* devenant également à l'âge adulte semblables au *Durali*. Ils possèdent comme caractère d'avoir primitivement toutes leurs côtes lénues, égales et sans tubercules, et ressemblent ainsi beaucoup, autant que les dessins permettent la comparaison, à l'*Ancyloceras Hillsi* (d'Orb.) figuré par Ooster (1). C'est seulement à partir du diamètre de 3 centimètres que, chez ces individus, quelques côtes prennent une importance plus grande. Elles naissent alors à intervalles presque réguliers et finissent, en alternant avec les faisceaux de celles qui sont restées minces, par produire un *Crioceras* adulte en tout semblable à ceux issus des individus qu'ont figurés Lèveillé, M. Bayle, Pictet et d'Orbigny, qui sont cependant si différents entre eux à l'état jeune.

Dans la même Baléare, on recueille surtout des intermédiaires entre le type du *Crioceras Durali* et la forme tuberculée, c'est-à-dire des individus perdant plus ou moins rapidement 1, puis 2 tubercules de chaque côte. Je désigne cette variété sous le nom de *Crioceras Picteti* var. *majoricensis*.

Comme on a découvert également à Majorque des passages du *Crioceras Durali* au *Crioceras angulicostatum*, il y a donc lieu, ce semble, de s'arrêter aux conclusions suivantes en ce qui concerne

(1) OOSTER. — Pétrifications remarquables des Alpes Suisses, t. I, p. 62, pl. 52, fig. 2.

l'ensemble des formes se rattachant d'une façon étroite au type du *Crioceras Duvali* :

Dans l'état actuel de nos connaissances, la forme du **CRIOCERAS DUVALI** adulte provient de la convergence de trois types distincts au début :

La première est celle de Léveillé : le type; dont le test comporte dès le jeune âge de grosses côtes rayonnantes mais légèrement renflées à l'extrémité siphonale, sans tubercules et alternant en moyenne avec 5-8 côtes plus déliées qui se bifurquent parfois près de la région ombilicale dans la suite du développement.

La deuxième, que je nomme *Crioceras Picteti*, porte sur chacune des grosses côtes dont elle est ornée trois tubercules. Ceux-ci sur les exemplaires de la variété *majoricensis* disparaissent de bonne heure d'abord de la région latérale, ensuite de la région ombilicale des côtes, et leur perte prématurée coïncide d'ordinaire avec un enroulement plus étroit des tours. On trouve donc là l'exemple d'une évolution, de rapidité variable suivant les individus mais qui pourtant, conduit constamment de la forme de Pictet à celle du type établi par Léveillé.

Il n'y a, par contre, pas de motifs suffisants pour ranger dans une classe spéciale les *Crioceras* tuberculés chez lesquels la différence de grosseur entre les côtes diminue à mesure que la spire s'accroît. Cette transformation est en effet générale chez tous les individus quelle qu'en soit la forme originelle, dès qu'ils se rapprochent de l'âge adulte.

Les échantillons sur lesquels Pictet avait basé cette subdivision aussi bien que les fragments de gros *Crioceras* sans tubercules rapportés de Marjorque me semblent mettre suffisamment ce fait en évidence. Je considérerai donc simplement le type n° 1 de Pictet comme très proche du type n° 2 du même auteur, et j'en fais la variété *jurensis* pour des raisons de même ordre que celles qui m'ont amené à créer la var. *majoricensis* avec des individus de Majorque dont les tubercules sont de bonne heure caducs.

Si enfin, dans les formes tuberculées, surtout chez la variété à côtes tendant à devenir de moins en moins dissemblables, les tubercules persistent à tout âge, la fixation chez l'adulte de ce caractère du jeune aboutit non plus au *Crioceras Duvali*, mais à une espèce considérée jusqu'ici comme étant nettement individualisée, le *Crioceras Emerici*.

La troisième forme dont l'évolution donne comme résultante

un *Crioceras Durali* n'a jusqu'à ce jour été signalée qu'à Majorque ; c'est pourquoi je propose de la désigner sous le nom de *Crioceras baleare* (1). Elle se distingue dans le jeune âge par une égalité absolue de toutes les côtes et par l'absence complète de tubercules à une date quelconque de son développement. Lorsqu'elle a dépassé le diamètre de 3 ou 4 centimètres seulement, quelques côtes commencent à l'emporter en épaisseur sur les voisines qui restent simples d'abord, mais dont bientôt quelques-unes se dichotomisent à partir de la région ombilicale. En dernier lieu, cette augmentation de volume de certaines côtes s'effectue progressivement à intervalles de plus en plus rapprochés, de sorte qu'il en résulte finalement un *Crioceras Durali* analogue à celui qui tire son origine de chacune des deux formes principales précédemment citées.

Dans le *Crioceras baleare*, si les grosses côtes renflées à leur extrémité ventrale s'échelonnent à intervalles éloignés, tandis que les côtes intermédiaires restent simples, la forme ainsi obtenue n'est autre que celle déjà décrite sous le nom de *Crioceras Villersianum*. Cette espèce me semble devoir occuper une place intermédiaire entre le *baleare* et le *Durali* proprement dit, car, si comme le jeune du premier, elle conserve des côtes secondaires minces et simples, à l'exemple du second, elle prend de bonne heure des côtes épaissies quoique à intervalles beaucoup plus éloignés.

Quant à la production des diverses variétés du *Crioceras angulicostatum* par dérivation du *Crioceras Duvali* que soupçonnait Pictet, elle ne me paraît plus actuellement douteuse. Les figures d'Ooster (2) quoique fort imparfaites, mais en particulier celles de Pictet (3) mettent déjà suffisamment en relief et la ressemblance générale qui règne entre ces deux Ammonitidés, et surtout ce mode de bifurcation de plus en plus précoce de la partie supérieure, qui devient le principal caractère distinctif de la première. Toutefois, ce qui pouvait empêcher Pictet de préciser les liens qui unissent l'une à l'autre ces deux formes, c'était le contraste entre les jeunes sujets à côtes toujours trituberculées dans ses *Crioceras Durali* à côtes munies d'un tubercule ombilical au plus dans les *Crioceras angulicostatum* qu'il avait pu étudier.

(1) Voir planche, fig. 2^a et 2^b.

(2) OOSTER. — Pétrifications remarquables des Alpes Suisses, t. I, p. 114, pl. 23, fig. 1.

(3) PICTET et DE LORIOL. — Matériaux pour la Paléontologie suisse, 2^e série, 1858. Terrain Néocomien des Voirons, p. 23, pl. 4, fig. 3. — PICTET. Mélanges paléontologiques, 1863, p. II, pl. I bis, fig. 1, 2 et 3.

Aujourd'hui les motifs qui interdisaient à Pictet de se prononcer sur ce point ont perdu de leur valeur. Il a en effet été dit plus haut, comment la forme adulte connue sous le nom de *Crioceras Durali* pouvait être dérivée tantôt de souches à côtes égales et sans tubercules (*Crioceras baleare*), tantôt de types ornés de tubercules au début (*Crioceras Picteti*). Or, si dans l'évolution progressive de ces deux formes originelles, on imagine que les côtes secondaires se bifurquent de plus en plus près de la région ventrale en même temps qu'elles tendent à s'effacer dans leur partie ombilicale et médiane, on obtiendra l'espèce pour laquelle a été créé le nom de *Crioceras angulicostatum*. C'est ce dont on possède des exemples dans la réalité. Ainsi dans le Barrémien inférieur d'Iviza (1) chez certains *Crioceras* en tout semblables aux jeunes de *Crioceras baleare*, les minces côtes simples d'abord, puis bifurquées, ne subsistent bientôt plus que dans le voisinage de la région ventrale (fig. 3^a). De même dans une couche de passage entre l'Hauterivien et le Barrémien de Majorque, certains individus, tuberculés sur leurs tours les plus anciens passent rapidement par la phase de *Crioceras Durali* mal caractérisée pour revêtir rapidement les formes du *Crioceras angulicostatum* à tours disjoints et à tours contigus (Pl. X, fig. 3^b, 3^c). Cette dernière espèce apparaît donc comme le résultat de l'évolution dans le temps de deux des formes qui antérieurement donnaient comme adulte le *Crioceras Durali*; autrement dit c'est la mutation de l'espèce connue jusqu'à présent dans l'Hauterivien sous la dénomination de *Crioceras Durali*. Du passage de la forme type de ce dernier au *Crioceras angulicostatum*, il n'existe encore aucune preuve, mais on n'en saurait conclure cependant qu'il n'a jamais lieu, car il se peut : ou que la forme type se soit éteinte dans l'Hauterivien, ou que les exemples de sa transformation en *Crioceras angulicostatum* aient échappé jusqu'ici aux recherches.

Maintenant, s'il s'agit de se résumer à l'aide de schémas les faits qui viennent d'être exposés, il semble qu'on y parviendra aisément en envisageant premièrement, la convergence des formes qui, différentes dans le principe, vont en suivant le cours de leur développement ontogénique aboutir à un adulte identique; deuxièmement,

(1) Le *Crioceras angulicostatum* a été signalé par Pictet dans des assises à faune nettement hauterivienne. M. Leenhardt a montré depuis que ce fossile formait, dans la région du Mont Ventoux, un niveau constant à la partie supérieure de l'Hauterivien. La découverte de deux *Pulchellia* dans les marnes d'où proviennent mes échantillons me porte à croire que, dans la région baléaire, le *Crioceras angulicostatum* passe dans le Barrémien inférieur.

en considérant l'ensemble des relations qui unissent entre elles les différentes espèces du groupe de *Crioceras Duvali* ainsi que les mutations de cette forme collective.

Schéma n° 1

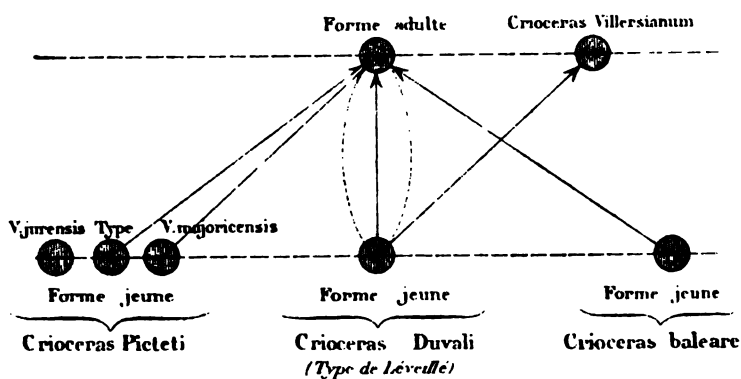
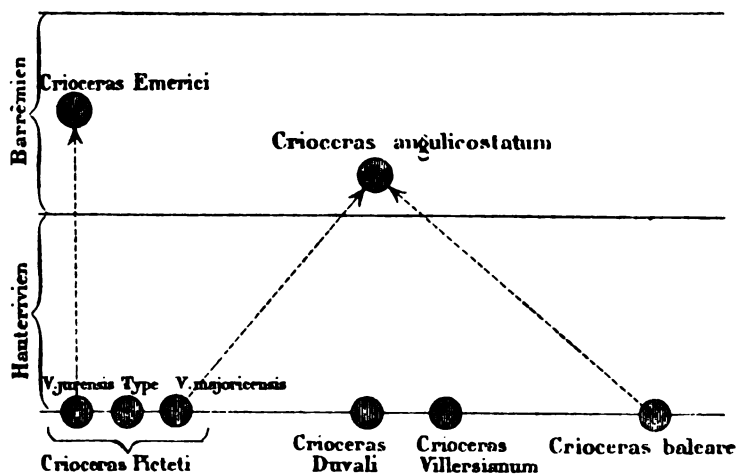


Schéma n° 2



Le schéma n° 1 correspond à la première de ces propositions, le n° 2 à la deuxième.

RÉVISION DES ESPÈCES ET VARIÉTÉS DE *CRIOCERAS* DU GROUPE
DU *CRIOCERAS DUVALI* (1)

Crioceras Duvali Léveillé

1837. *Crioceratites Duvali* Léveillé. — Mém. Soc. Géol. de France, t. II, 2^e partie, p. 313, pl. 22, fig. 1.
1841. *Crioceras Duvali* d'Orbigny. — Paléont. Franc. Terrains crétacés, t. I, p. 439, pl. 113.
1849. *Crioceras Duvali* Quenstedt. — Atlas zu den Cephalopoden, pl. 20, fig. 13.
1850. *Crioceras Duvali* d'Orbigny. — Prodrôme, t. II, p. 65, n° 55 (17^e étage).
1851. *Ancyloceras Duvali* Astier. — Catal. descr. des ancyloc. du Néocomien d'Escagnolles, p. 436-440.

L'échantillon qui a servi de base à la description de Léveillé possède comme ornementation, dès les premiers tours, des faisceaux de côtes minces séparées par des côtes plus grosses légèrement renflées à leur extrémité siphonale. Les côtes chez le type sont très légèrement flexueuses; elles sont au contraire droites dans l'excellente figure de Bayle. La différence qui en résulte est si faible qu'elle ne paraît pas de nature à rendre utile la création d'une variété pour les exemplaires présentant le deuxième mode de costulation.

(1) Dans la mesure des *Crioceras*, je nomme diamètre (D) la ligne partant de l'extrémité siphonale du tour le plus externe et passant par le point qui peut être considéré comme l'origine de la spire. Une semblable ligne n'est, du reste, susceptible d'aucune définition mathématique et ses relations avec les courbes qu'elle coupe ne sauraient être représentées en une même équation. Beaucoup de *Crioceras* semblent, en effet, se dérouler suivant des spirales de Bernoulli, mais le plus souvent aussi la courbure de celles-ci se modifie aux divers moments du développement d'un même individu, de telle sorte que les parties successives de chaque spirale sont en réalité des éléments de courbes différentes.

Je nomme L la hauteur du dernier tour comptée sur le diamètre D.

$\frac{L}{D}$ donne le rapport de la hauteur du dernier tour au diamètre, les intervalles séparant les tours compris. Si l'on voulait le rapport exact de ce dernier tour à la totalité des tours précédents, abstraction faite des intervalles, il faudrait calculer à quoi se réduit le diamètre quand les tours arrivent à être au contact les uns des autres. On y arriverait sur des exemplaires à déroulement très régulier, car dans ce cas les deux spirales qui limitent les régions dorsale et siphonale sont des courbes superposables, mais dont la seconde part avec un certain retard sur la première, de façon à venir passer aux mêmes points qu'elle avec retard d'un tour. Dans la pratique, la déformation des échantillons rend presque toujours cette évaluation impossible.

Par i je désigne l'espace vide qui sépare l'extrémité dorsale du tour externe de la partie siphonale du tour précédent. Cette longueur est mesurée sur le diamètre.

e est l'épaisseur maxima du dernier tour. Elle est mesurée sur un diamètre perpendiculaire au diamètre siphono-dorsal du plan de l'ouverture.

Les types les plus déroulés ont fourni les mensurations suivantes :

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3,9} \text{ à } \frac{1}{3,7}$$

Au diamètre de 9 centimètres on a

$$i = 9 \text{ millimètres} \quad e = 13 \text{ millimètres.}$$

chez la majorité des individus observés les mesures varient presque toujours dans les limites suivantes

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3,5} \text{ à } \frac{1}{3}$$

Au diamètre de 8 centimètres on a

$$i = 4 \text{ millimètres} \quad e = 14 \text{ millimètres.}$$

Crioceras Villersianum d'Orbigny

1841. *Crioceras Villersianum* d'Orbigny. — Paléontologie Française. Terrains crétacés, t. I, p. 462, pl. 114, fig. 1 et 2.
 1849. *Crioceras Villersianum* Queenstedt. — Atlas zu Cephalopoden, pl. 20, fig. 12.
 1850. *Crioceras Villersianum* d'Orbigny. — Prodrome, t. II, p. 65, n° 57.
 1851. *Ancyloceras Villersianum* — Catalogue des Ancyloceras du Néocomien d'Escagnolles, p. 136-37.
 1860. *Ancyloceras Villersianum* Ooster. — Pétrifications remarquables des Alpes Suisses, t. I, 5^e partie, p. 51, pl. 43, fig. 2 et 3.
 1861. *Ancyloceras Villersianum* Pictet et Campèche. — Matériaux pour la Paléontologie Suisse, 3^e série, p. 48.

Impossible à séparer du *Crioceras Duvali* dans le jeune âge, cette forme s'en distingue surtout dans la suite de son développement par l'espace plus grand des grosses côtes et par leur renflement en *épine* sur la région siphonale, par la simplicité constante et la flexuosité croissante des côtes minces.

Il semble donc y avoir un exemple de *divergence* dans le cours de l'évolution ontogénique d'individus semblables dans le principe.

Malgré tout, les différences entre *Crioceras Duvali* et *Crioceras Villersianum* adultes restent peu profondes, aussi ces deux *Crioceras* doivent-ils être considérés, à mon avis, comme aussi voisins que peuvent l'être deux formes pour lesquelles on a cru nécessaire de créer des dénominations spécifiques séparées.

Les mensurations effectuées se rapprochent toutes de

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3} \text{ à } \frac{1}{3,2}$$

Au diamètre de 9 centimètres, on a

$$i = 5^{\text{mm}}7 \quad e = 17^{\text{mm}} \text{ à } 19^{\text{mm}}.$$

Crioceras Picteti n. sp.

1841. *Crioceras Duvalli* d'Orb. — Paléont. Franc. Terrain crétacé, t. I, p. 459, pl. 113.

1861. *Ancyloc. Duvalli* Pictet et Campèche. — Matériaux pour la Paléontologie Suisse, 3^e série, 2^e partie, p. 37, pl. 47 bis, fig. 2.

1863. *Crioceras Duvalli* Pictet. — Mélanges Paléontologie Suisse, p. 9, pl. 1, fig. 2.

1886. *Crioceras Duvalli* var. *undulata* Karsten. — Géologie de l'ancienne Colombie, pl. 1, fig. 3.

Sous ce nom, je désigne le *Crioceras* décrit et figuré par Pictet sous le nom de *Ancyloceras Duvalli* (2^{me} type) dans son mémoire sur le terrain crétacé de Sainte-Croix (Matériaux pour la Paléontologie suisse, 1861-1864, 3^e série). Le fragment figuré par Karsten dans la Géologie de la Colombie (planche 1, fig. 3) sous le nom de *Crioceras Duvalli* var. *undulata* doit probablement être rapporté à cette espèce. Il ne semble pas toutefois qu'il y ait lieu de créer pour lui une variété, car la faible ondulation des côtes ne le distingue pas suffisamment du *Crioceras Picteti* type dont les côtes ne sont d'ailleurs jamais absolument droites.

Les mesures varient dans les limites ci-après :

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3} \text{ à } \frac{1}{3,3}$$

Au diamètre de 9 centimètres on a :

$$i = 6^{\text{mm}} \text{ à } 9^{\text{mm}}, \quad e = 16^{\text{mm}} \text{ à } 18^{\text{mm}}.$$

Crioceras Picteti « var. *jurensis* » nobis

1861. *Ancyloceras Duvalli* Pictet et Campèche. — Matériaux pour la Paléontologie Suisse, 3^e série, 2^e partie, p. 37, pl. 47 bis, fig. 1.

Ce *Crioceras* est décrit et figuré par Pictet dans l'ouvrage précité sous le nom de « *Ancyloceras Duvalli* 1^{er} type ».

Les raisons qu'à fait valoir Pictet pour le séparer de son type n^o 2 méritent qu'on l'élève au rang de variété : ce sera la variété « *jurensis* ».

Les mesures ont donné :

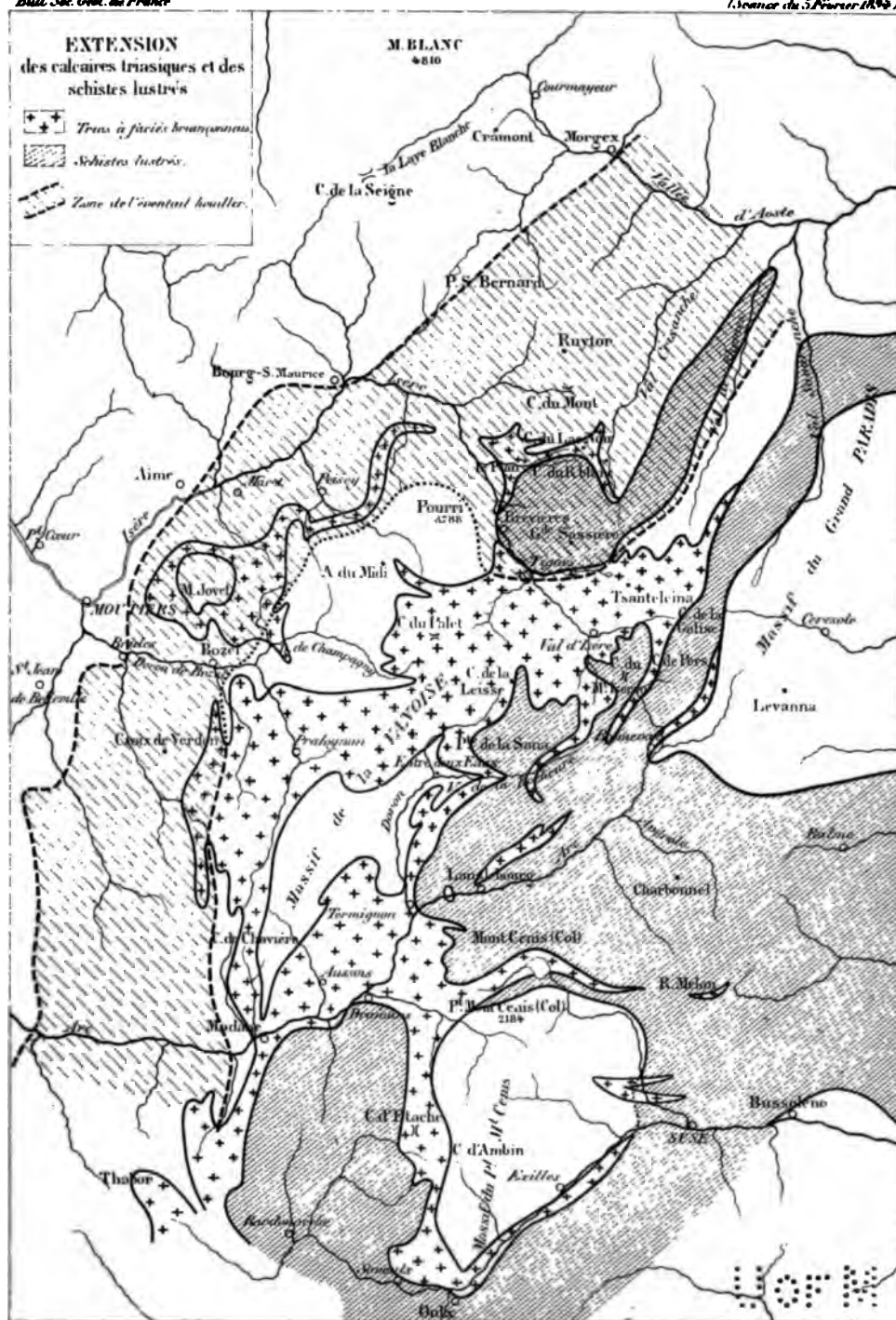
$$\frac{L}{D} = \frac{1}{4} \text{ à } \frac{1}{4,5}$$

Au diamètre de 10 centimètres on a :

$$i = 6^{\text{mm}} \quad e = 23^{\text{mm}}.$$

Crioceras Picteti « var. *majoricensis* » nobis (Pl. X, fig. 1)

Cette variété recueillie à Majorque dans les marnes hauteriennes se rapproche beaucoup du *Crioceras Picteti*, type auquel il

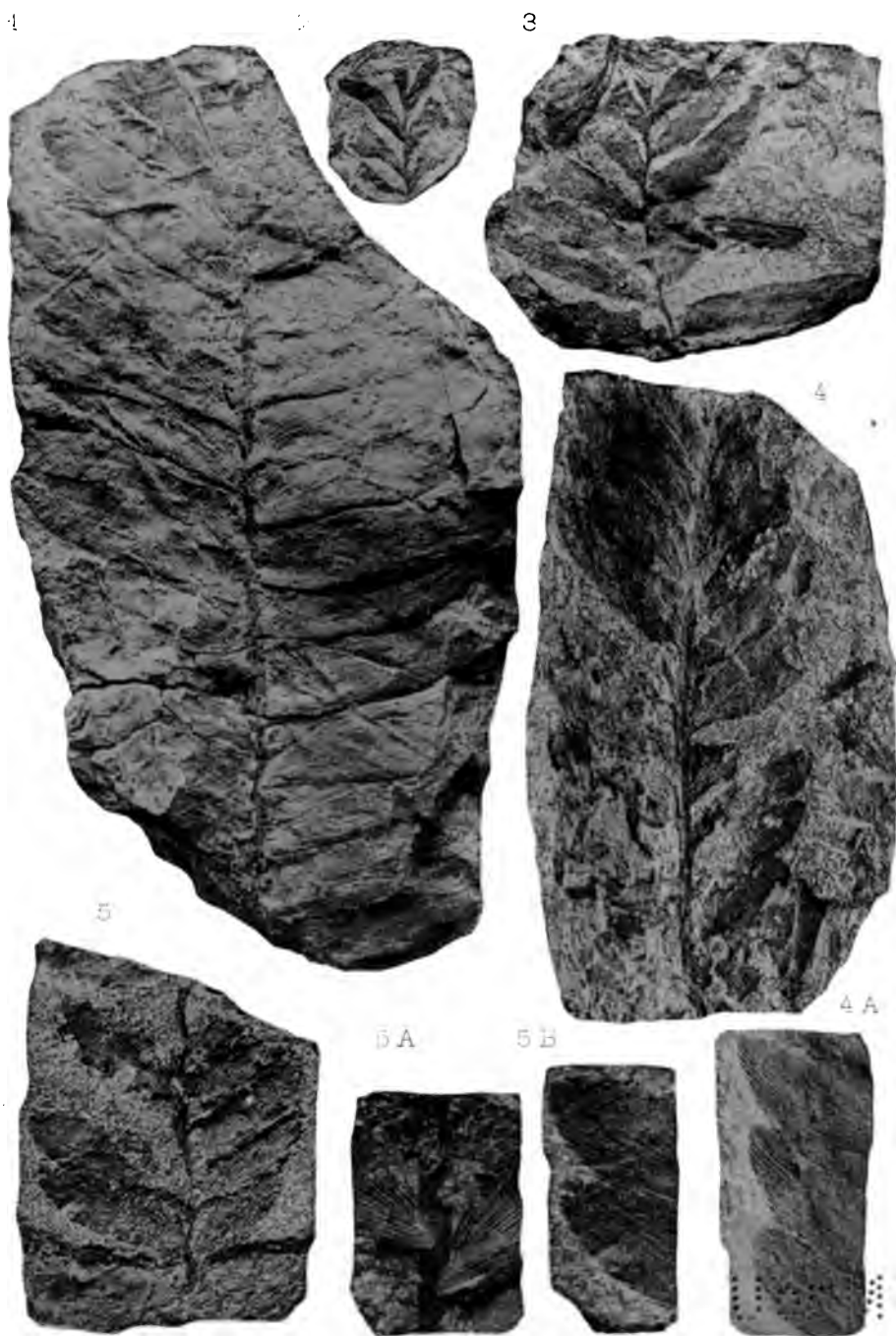


1701

Note de M. R. Zeiller

Bull. Soc. Géol. de France

3^{me} Série T. XXII. Pl. VIII.
 (Séance du 5 Août 1894)



Schier et Campy. phot.

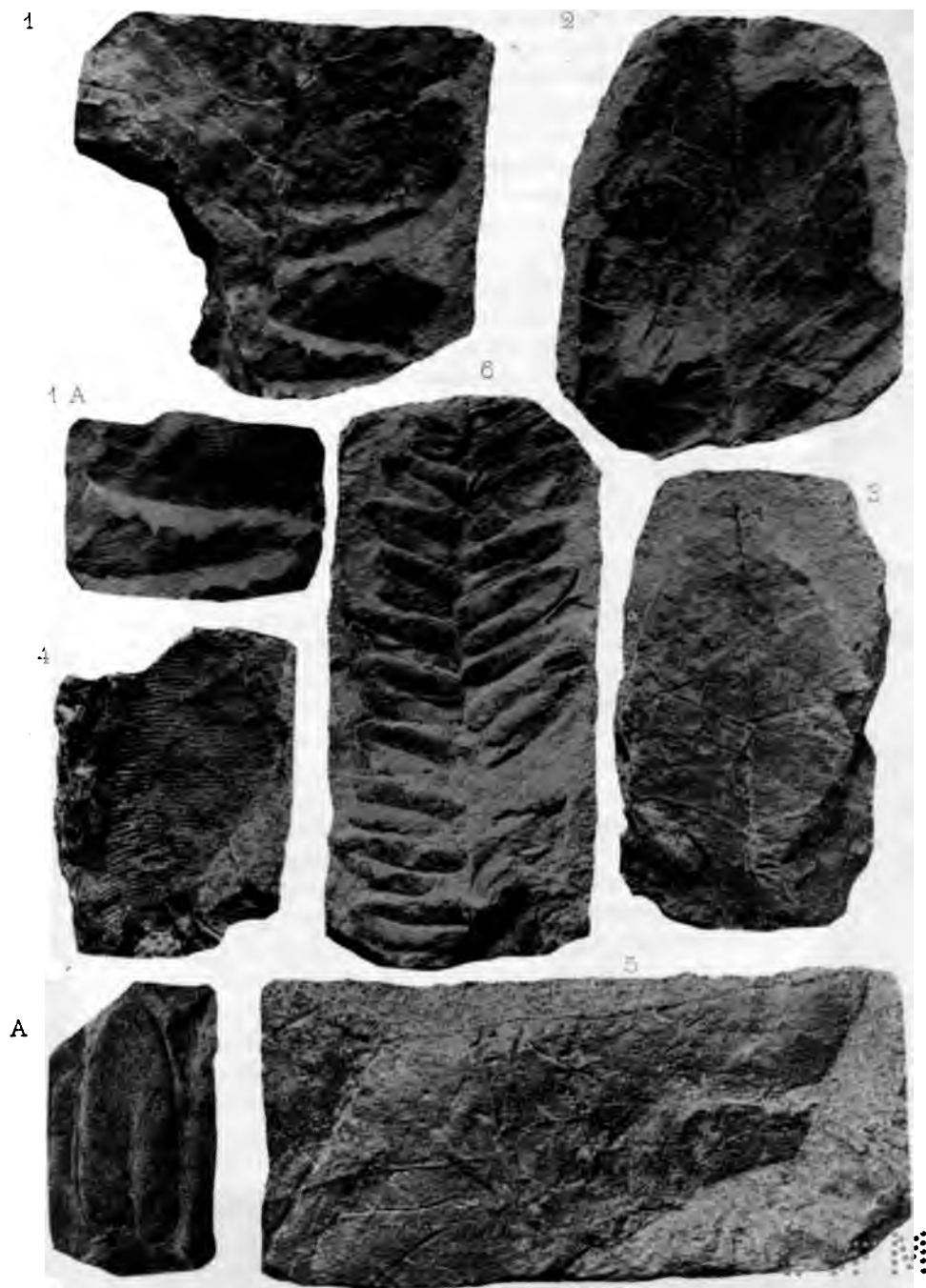
1 — 5. — *Plagiozamites Planchardi*. Renault (sp.)

WFOU

Note de M. R. Zeiller

Bull. Soc. Géol. de France

3^{me} Série T. XXII. Pl. IX.
(Séance du 5 Mars 1894)



Sohier et Campy. phot.

1. — *Plagiozamites Planchardi*, Renault (sp.). 2 — 5. — *Teniopteris multinervis*, Weiss.

6. — *Nevropteris* sp.

1750

est absolument identique dans le jeune âge. A partir de diamètres variant de 1 à 3 centimètres les tubercules de la partie latérale des grosses côtes s'effacent. Ceux des parties ombilicales puis siphonales des mêmes côtes disparaissent ensuite, de sorte que, lorsque le *Crioceras* atteint le diamètre de 3 à 4 centimètres, il ne possède plus comme ornementation que des grosses côtes séparées par des faisceaux de 5 à 8 côtes plus minces, légèrement infléchies en avant et passant sur la région siphonale.

Les mesures prises sur les exemplaires à tours très disjoints ont donné les résultats suivants

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3,8} \text{ à } \frac{1}{3,5}$$

Au diamètre de 6 centimètres on a

$$i = 3 \text{ mm} \quad e = 13 \text{ mm}$$

Chez les exemplaires à tours peu disjoints, on obtient

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{3} \text{ à } \frac{1}{3,2}$$

et au diamètre de 6 centimètres

$$i = 1 \text{ mm } 5 \quad e = 14 \text{ mm}$$

Crioceras baleare n. sp. (Pl. X, fig. 2).

Test : Inconnu.

Moule : Interne calcaire.

Spire : Composée de tours qui, d'abord, restent en contact, mais tendent à se dérouler.

Ouverture : Plus haute que large, aplatie sur les flancs. Maximum de largeur coïncidant avec le quart inférieur du grand diamètre. Région siphonale arrondie.

Section : Plus haute que large, aplatie sur les flancs. Maximum de largeur coïncidant avec le quart inférieur du grand diamètre.

Ornementation : Formée dans le jeune de côtes toutes égales, minces, s'épaississant un peu dans la région siphonale sur laquelle elles passent en s'infléchissant très légèrement en avant dès que l'individu atteint un diamètre de 3 à 4 centimètres.

A partir du diamètre de 3 centimètres et demi, en moyenne, quelques côtes, prenant une épaisseur plus grande, restent séparées par des faisceaux de 4 à 7 côtes minces.

Cloisons : Insuffisamment conservées pour être décrites.

Rapports et différences : Le *Crioceras baleare* jeune offre la plus grande analogie avec l'échantillon par Ooster (1) sous le nom

(1) OOSTER. — Pétrific. remarq. des Alpes Suisses, t. I, p. 62, pl. 52, fig. 2.

d'*Ancylloceras* (?) *Hillsi*, considéré par cet auteur comme identique au *Scaphites Hillsi* Sow. et très voisin du *Crioceras Bowerbanki* Sow.

Outre que l'échantillon d'Ooster n'offre dans sa configuration générale aucun caractère qui permette de le ranger parmi les *Scaphites* (1), il ne reproduit pas non plus dans son ornementation les traits distinctifs du *Crioceras Bowerbanki*. Cette remarque ressort de l'examen même des figures des trois espèces comparées par Ooster et réunies à cet effet par lui sur la même planche. La séparation de ces trois espèces semble donc s'imposer.

D'autre part, il n'y a guère possibilité d'identifier avec certitude le *Crioceras baleare* avec le *Crioceras* auquel Ooster donne le nom d'*Ancylloceras Hillsi*. La figure de cette dernière espèce dans Ooster est celle d'un individu dont les tours les plus anciens sont uniformément pourvus de côtes fines, mais chez lequel la mauvaise conservation du reste de la spire ne laisse rien préjuger de ce que pouvait devenir l'ornementation du Céphalopode quand celui-ci se rapproche de l'âge adulte. Toutefois on doit noter que sur la figure d'Ooster dont il vient d'être question, l'échantillon, bien qu'ayant déjà atteint 5^{cm} de diamètre, ne montre pas encore de côtes épaissies de distance en distance, alors que le *Crioceras baleare* en possède toujours à partir du diamètre de 3 centimètres 1/2. Il est donc probable que ces deux formes, très voisines dans le principe, tendaient vers des adultes différents.

Le *Crioceras baleare* diffère du *Crioceras Durali* type, par l'absence de côtes épaissies dans le jeune âge, ses côtes intercalaires plus ténues et plus flexueuses, sa spire toujours moins déroulée.

Il se différencie également du *Crioceras Villersianum* d'Orb. par le manque de côtes épaissies dès le début de son évolution. Il s'en rapproche au contraire par la structure de ses côtes minces, très analogues aux côtes intercalaires de cette espèce qui, d'ailleurs, en ne prenant de grosses côtes qu'à des intervalles très éloignés, semble marquer une tendance au maintien de la costulation uniforme qui caractérise le premier stade du développement du *Crioceras baleare*.

La grande affinité existant entre le *Crioceras Durali* et le *Crioceras Villersianum* explique suffisamment pourquoi les rapports et les différences du *Crioceras baleare* avec ces deux formes sont presque de même valeur.

(1) M. Haug considère aussi l'individu décrit par Ooster comme un *Ancylloceras* et non comme un fragment de *Scaphites* (Beiträge zur Kenntnis der oberneocomen Ammonitenfauna der Puezalpe, 1889, page 215)

Les dimensions relatives du *Crioceras baleare* sont les suivantes :

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{2,9} \text{ à } \frac{1}{2,7}$$

Au diamètre de 6 centimètres

$$i = 1\text{mm} ; \quad e = 15\text{mm}$$

Au diamètre de 10 centimètres

$$i = 3\text{mm } 5 ; \quad e = 19\text{mm}$$

Crioceras angulicostatum d'Orb. sp. (Pl. X, fig. 3).

1841. *Ammonites angulicostatus* d'Orbigny. — Paléont. Franc. Terrain crétacé, t. I, p. 146, pl. 16.
 1850. *Ammonites angulicostatus* d'Orbigny. — Prodrome, t. II, p. 98, no 588, 17^e étage.
 1858. *Ammonites angulicostatus* Pictet et de Loriol. — Terrain Néocomien des Voiron et matériaux pour la Paléontologie Suisse, 2^e série, p. 23, pl. 4, fig. 3.
 1860. *Ammonites angulicostatus* Ooster. — Pétrif. remarqu. des Alpes Suisses, t. I, 4^e partie, p. 144, pl. 23, fig. 1.
 1863. *Crioceras angulicostatum* Pictet. — Mélanges paléontologiques, p. 11, pl. 1 bis.

Mon but n'est pas ici d'examiner les liens ni les passages qui unissent entre elles les formes déroulées ou non et à costulation plus ou moins accentuée qui ont fait l'objet d'une note importante de Pictet. Je me bornerai simplement à faire ressortir aussi bien que possible les transformations en *Crioceras angulicostatum*, des formes qui donnaient primitivement des *Crioceras Duvali*.

C'est ainsi que j'attire l'attention sur le *Crioceras* de la figure (3c). Semblable à un *Crioceras Picteti* jusqu'à ce qu'il ait atteint le diamètre de 4 centimètres, il commence à perdre ses tubercules à partir du moment où il a atteint cette taille. Ses côtes intercalaires naissent alors moins près de la région ombilicale et la différence d'épaisseur entre elles et les côtes principales va alors en diminuant.

Au diamètre de 6 centimètres, la bifurcation des côtes dans leur partie moyenne qui est un des caractères distinctifs du *Crioceras angulicostatum* est déjà visible sur cet exemplaire qui est le type extrême de la série des *Crioceras angulicostatum* le plus voisin du *Crioceras Picteti*.

Le *Crioceras* avec sa bouche, figuré par Pictet, doit être, je crois, considéré comme un passage du *Crioceras Duvali* au *Crioceras angulicostatum*, car on y remarque déjà ces bifurcations de quelques-unes des côtes les plus récentes (1).

La fig. 3b montre une mutation de même nature dans un individu à tours en contact. Mais ici la forme de l'*angulicostatum* est plus rapidement acquise.

(1) PICTET. — Mélanges paléontologiques, p. 11, pl. 1 bis.

Enfin la figure 3a représente le même ordre de succession de faits dans un exemplaire du Barrémien d'Iviza. Ici la forme initiale est le *Crioceras balear*. A partir du diamètre de 2 centimètres, certaines côtes se bifurquent, d'autres s'atténuent depuis le milieu des flancs jusqu'à la région ombilicale, d'autres à intervalles réguliers restent plus épaisses et persistent entièrement.

A partir du diamètre de 5 centimètres, on constate chez les tours jusqu'alors en contact un commencement de déroulement,

Les mensurations pratiquées sur le *Crioceras angulicostatum* ont donné les résultats suivants :

Crioceras à tours en contact	$\frac{L}{D} = \frac{1}{2,6} \text{ à } \frac{1}{2,9}$
Crioceras à déroulement tardif	$\frac{L}{D} = \frac{1}{3,25} \text{ à } \frac{1}{3,7}$
Crioceras à déroulement précoce	$\frac{L}{D} = \frac{1}{3} \text{ à } \frac{1}{3,8}$

L'épaisseur du dernier tour au même diamètre n'a pu être mesurée avec une exactitude suffisante dans les divers échantillons ; toutefois cette épaisseur est constamment plus considérable dans les exemplaires à tours très disjoints.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Fig. 1^a, 1^b, 1^c, 1^d. *Crioceras Picteti* var. *majoricensis* nobis.

1^a. Exemplaire à tours très disjoints et chez lequel trois tubercules persistent sur chacune des grosses côtes jusqu'au moment où le Céphalopode atteint un diamètre de 3 centimètres 1/2.

1^b. Région siphonale du même exemplaire.

1^c. Exemplaire à tours peu disjoints, chez lequel, au diamètre de 2 centimètres 1/2, les tubercules ne subsistent déjà plus qu'à l'extrémité siphonale des côtes (C'est par suite d'une déformation que l'extrémité du tour extérieur semble s'appuyer sur le précédent).

1^d. Tours internes d'un exemplaire à 1^c et montrant la disparition des trois tubercules sur les côtes lorsque le Céphalopode atteint un diamètre de 13 millimètres.

Fig. 2^a, 2^b. *Crioceras balear* n. sp.

2^a. Tours internes grossis d'un quart et montrant l'égalité des côtes et l'absence de tubercules lorsque l'échantillon n'a pas encore atteint 3 centimètres de diamètre.

2^b. Région siphonale du même.

Fig. 3^a, 3^b, 3^c. *Crioceras angulicostatum* d'Orbigny sp.

3^a. Exemplaire réduit de 1/3^e, présentant, avant d'atteindre le diamètre de 2 centimètres 1/2, une égalité absolue des côtes, comme cela a lieu chez le *Crioceras balear*. Les tours, d'abord en contact, se disjoignent à partir du diamètre de 5 centimètres 1/2.

3^b. Exemplaire à tours en contact, possédant, jusqu'au diamètre de 2 centimètres, des côtes tuberculées comme chez le *Crioceras Picteti*.

3^c. Exemplaire à tours très disjoints conservant trois tubercules sur chacune des côtes épaissies jusqu'au moment où il atteint le diamètre de 4 centimètres. Au diamètre de 5 centimètres 1/2, la bifurcation des côtes et leur tendance à la disparition dans la région ombilicale devient visible.

LES PREUVES DE L'EXISTENCE D'ORGANISMES DANS LE TERRAIN PRÉCAMBRIEN.

PREMIÈRE NOTE SUR LES RADIOLAIRES PRÉCAMBRIENS,

par M. L. CAYEUX (1).

(Pl. XI).

SOMMAIRE :

- I. — Avant-propos.
- II. — Composition minéralogique des roches à Radiolaires de Bretagne.
- III. — Position stratigraphique de ces roches.
- IV. — Description des Radiolaires.
§ 1. Généralités. — § 2. Description des formes.
- V. — Mode de fossilisation de ces Radiolaires.
- VII. — Objections faites contre l'existence de Radiolaires dans le Précambrien ; leur réfutation.
- VII. — Caractères de la faune de Radiolaires et conséquences qui en découlent.
§ 1. Coexistence des *Spumellaria* et des *Nassellaria* à l'époque précambrienne. — § 2. Prédominance du genre *Cenosphaera*. — § 3. Degré de complexité des autres formes. — § 4. Persistance jusqu'à nos jours de genres de Radiolaires précambriens.
- VIII. — Comparaison des Radiolaires précambriens de Bretagne avec les Radiolaires siluriens connus.
- IX. — Conclusions.

I. — Avant-propos.

Les naturalistes qui reconnaissent la nature organique d'*Eozoon*, *Archæozoon*, *Cyathospongia*, *Halichondrites*, etc., font remonter au terrain *primitif* les débris organiques les plus anciens dont la terre nous ait laissé la trace.

Pour ceux qui considèrent le terrain primitif comme azoïque, c'est à l'époque suivante, dans le *Précambrien*, que la vie a laissé des vestiges pour la première fois.

Les empreintes précambriennes, regardées comme organiques,

(1) Communication faite dans la séance du 7 mai 1894 ; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 21 Mai 1894.

telles que *Arenicolites*, *Taonichnites* et *Ctenichnites* ne sont que des traces ou pistes plus ou moins obscures. Beaucoup de géologues y voient des manifestations vitales d'une suffisante authenticité, tandis qu'un certain nombre considèrent leur attribution à des organismes comme très problématique.

Quelle que soit l'opinion professée sur cette question, il n'en reste pas moins vrai que la faune précambrienne nous échappe, quant à sa composition et à son degré d'organisation.

Notre ignorance sur le monde organique des premiers temps se trouve un peu diminuée par la récente découverte de *Radiolaires* dans des roches siliceuses du Nord de la Bretagne, connues sous le nom de *phtanites*, et placées à la limite de l'étage des schistes à minéraux et des phyllades de Saint-Lô (1).

II. — Composition minéralogique des roches à Radiolaires de Bretagne

Haüy a créé le nom de *phtanite* pour des roches siliceuses *stratiformes*, disposées en couches minces, multiples et d'une grande étendue dans les terrains cambriens et siluriens. C'est le même nom qui sert à désigner les roches précambriennes à Radiolaires. Un certain nombre sont bien des phtanites, au sens pétrographique attribué de nos jours à ce mot, mais la plupart présentent leur silice entièrement cristallisée à l'état de quartz et doivent être classées comme *quartzites*.

Je désire ne pas m'étendre sur ce sujet auquel je me propose de consacrer un travail spécial.

III. — Position stratigraphique de ces roches

Je dois à l'obligeance de mon maître, M. Ch. Barrois, tous les documents qui concernent la stratigraphie des roches à Radiolaires.

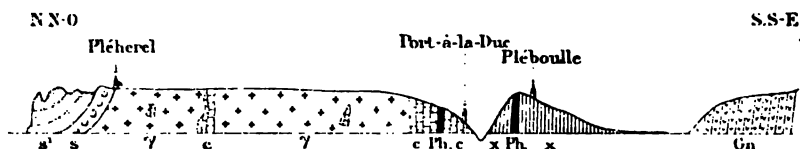
« Les phtanites présentent leur plus beau développement aux environs de Lamballe ; il est facile de les y étudier en nombre de carrières, car ils fournissent toute la pierre employée pour l'entretien des chemins de ce canton. Ces exploitations montrent que les phtanites forment divers lits, d'épaisseur variable de 0^m01 à 1^m, régulièrement interstratifiés dans les schistes, avec lesquels ils alternent et forment un faisceau de moins de 100^m d'épaisseur.

(1) CH. BARROIS : *C. R. Ac. Sc.*, tome 113 (1892), p. 327.

» Ce faisceau de couches schisteuses et siliceuses constitue aux environs de Lamballe un niveau propre dans un grand étage de schistes et de grauwackes sans fossiles, présentant les caractères lithologiques de l'étage des *phyllades de Saint-Lô*, dont il occupe d'ailleurs la position stratigraphique. Le niveau des phtanites dans cette masse est constant, et on doit attribuer à des répétitions par plissements, les nombreuses bandes parallèles qu'ils forment dans cette région.

» Si de Lamballe on suit les bancs de phtanite vers le N.-E. dans la direction des couches, on observe avec plus de netteté leurs relations stratigraphiques dans les falaises de Pléboulle, où on relève la coupe suivante » :

Fig. 1. Coupe des falaises de Pléboulle (communiquée par M. Ch. Barrois).



st. Grès feldspathique et poudingues d'Erquy, avec galets de Ph.

s. Poudingue de Fréhel (Étage du poudingue de Montfort) avec galets de Ph. et de c.

c. Schistes cornés amphiboliques, avec diabases, porphyrites interstratifiées et lits alternant de l'étage x.

x. Schistes argileux et grauwackes (Étage des phyllades de Saint-Lô).

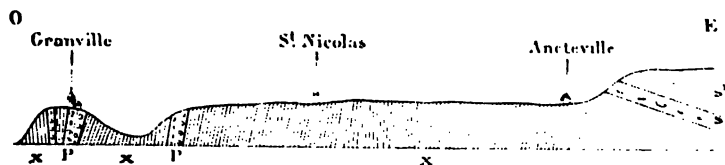
Ph. Lits interstratifiés de *phtanite* charbonneux.

Gn. Gneiss granulitiques.

γ. Syénite, traversant et enclavant les blocs de l'étage c.

Non seulement les quartzites et phtanites existent sous forme de couches interstratifiées dans les *phyllades de Saint-Lô*, mais on les retrouve à l'état de *galets* dans ce même étage. C'est ce que montre clairement la coupe suivante, prise aux environs de Granville.

Fig. 2. Coupe des phyllades de Saint-Lô aux environs de Granville (communiquée par M. Ch. Barrois)



st. Schistes pourprés.

s. Poudingues de Fréhel.

x. Schistes argileux et grauwackes (Étage des phyllades de Saint-Lô).

P. Poudingue interstratifié dans l'étage x, avec galets de Ph.

Bien que ces coupes ne fixent pas avec précision l'âge des roches a Radiolaires, elles montrent qu'elles existent en galets :

a) Dans les poudingues *combriens* de Montfort et d'Erquy ;

b) Dans les poudingues *précambriens* de la base des phyllades de Saint-Lô.

Il en résulte que l'âge des quartzites et phthanites est limité vers le haut, et qu'il est au moins *précambrien*.

M. Ch. Barrois a pu suivre les mêmes roches dans toute la Bretagne, mais avec des conditions de gisement très différentes. Elles sont intercalées :

a) Dans des gneiss granulitiques (ζ^2 γ^1) sur la feuille de Vannes ;

b) Dans des micaschistes et schistes micacés (ζ^2) sur les feuilles de Lorient, Saint-Nazaire et Nantes ;

c) Dans des schistes minéraux (ζ^2) aux environs du Pornic (1).

Il en ressort que les quartzites et les phthanites, en rapports étroits avec des roches sédimentaires dans le Nord de la Bretagne, sont subordonnés à la série *cristallophyllienne* dans le Sud. On conçoit toute l'importance de ces observations pour les géologues qui voient dans les roches schistocristallines des roches sédimentaires métamorphisées.

Le niveau des quartzites et phthanites étant localisé à la limite de schistes minéraux et de phyllades de Saint-Lô, M. Ch. Barrois a fait remarquer qu'on peut, à volonté, le placer au sommet du terrain primitif, comme il l'a fait sur les feuilles publiées par le Service de la Carte géologique pour le Sud de la Bretagne, ou le laisser à la base du système précambrien des phyllades de Saint-Lô (2).

Comme le terme précambrien s'applique, par définition, à l'ensemble de tous les sédiments stratifiés antérieurs au Cambrien et susceptibles de renfermer des restes organiques, c'est de préférence à la période précambrienne (3) que je les rapporte.

IV. — Description des Radiolaires.

§ I. GÉNÉRALITÉS

En juin 1892, M. Ch. Barrois me pria d'étudier plusieurs préparations de quartzites et de phthanites recueillis aux environs de

(1) C'est à M. Fouqué qu'on doit leur connaissance en ce point.

(2) CH. BARROIS : Loc. cit.

(3) Ce *Précambrien* est exactement celui de la troisième édition du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent (voir p. 737). Il correspond à l'*Algonkien* d'Amérique.

Lamballe (Côtes-du-Nord) et dans lesquelles il avait remarqué des « sections circulaires » rappelant des sections de Radiolaires.

La forme circulaire seule pouvait être invoquée pour légitimer un tel rapprochement ; quant à la structure si particulière au test des Radiolaires, elle n'était pas apparente.

Après une analyse microscopique très minutieuse que je dus renouveler maintes fois, je reconnus à la surface de quelques sections des vestiges de réseau à mailles hexagonales. Cette particularité — très difficile à mettre en évidence — paraissait bien favorable à l'hypothèse de Radiolaires, et non seulement je n'hésitai pas à considérer comme indéniable l'existence de ces organismes, mais je crus même reconnaître des formes très primitives appartenant aux *Monosphaeride*.

M. Ch. Barrois a fait ressortir l'importance de cette découverte dans les Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences du 8 août 1892.

Cette observation méritait mieux qu'une simple mention, et sur l'invitation de M. Ch. Barrois, je me décidai à exposer les raisons décisives conduisant à cette conclusion.

Près de deux années se sont écoulées depuis cette époque. Mon long silence a été mal interprété par nombre de géologues qui m'ont cru dans l'impossibilité de prouver l'existence des Radiolaires en question. Je tiens à déclarer immédiatement que les nouvelles recherches auxquelles je me suis livré ont pleinement confirmé les faits annoncés.

Si j'ai tant tardé à faire connaître les arguments en faveur de la présence de Radiolaires dans le Précambrien, c'est que les matériaux que j'ai examinés pour M. Ch. Barrois étaient de conservation beaucoup trop défectueuse pour être publiés. D'autre part, j'ai voulu que la démonstration soit complète, et je me suis proposé de réunir un faisceau de documents contre lesquels aucune objection ne puisse prévaloir.

C'est le souci de multiplier les preuves et de les choisir irrécusables qui a inspiré les laborieuses recherches auxquelles je me suis livré et qui ont abouti, après deux années d'investigation, à la découverte de toute une faune de Rhizopodes siliceux, remarquable par le grand nombre d'individus et de genres qu'elle comporte. Le nombre de coquilles que j'ai trouvées est très élevé. J'en ai extrait les 43 formes qui sont réunies sur la planche ; elles sont à mes yeux comme autant de témoignages incontestables de l'existence de Radiolaires dans le Précambrien.

L'objet principal de cette note est de faire connaître ces données nouvelles et précises sur la paléontologie des terrains précambriens.

J'ai tenu à ne publier mon travail qu'après avoir soumis quelques-unes de mes préparations, tant aux personnes qui avaient manifesté le désir d'en prendre connaissance, qu'aux savants spécialistes de l'étranger dont j'espérais la confirmation de mes conclusions. C'est un devoir pour moi de noter que tous ont élevé des objections contre ma manière de voir.

MM. Rüst, de Hanovre, et G. J. Hinde, de Londres, auxquels nous devons toutes nos connaissances sur les Radiolaires paléozoïques, ont bien voulu me communiquer de bienveillantes observations; c'est avec plaisir que je leur en témoigne toute ma reconnaissance.

Comme on peut s'y attendre, des organismes remontant à une antiquité si reculée sont de conservation imparfaite. Peu de Radiolaires paléozoïques sont d'ailleurs bien conservés. M. Rüst rapporte dans son mémoire sur les Radiolaires fossiles du Trias et des terrains primaires (1) qu'il a dû faire plus de *cinq mille* sections minces pour réunir *deux cents* formes en bon état de conservation. Je n'ai guère été plus heureux que M. Rüst, et j'ai dû faire préparer et examiner un nombre considérable de préparations pour trouver quelques individus susceptibles d'être déterminés et figurés.

Une de mes plaques présente à elle seule beaucoup plus d'intérêt que toutes les autres réunies; c'est d'elle que sont tirés tous les éléments de la planche annexée à ce travail; c'est la section d'un phtanite de Ville-au-Roi-en-Maroué (canton de Lamballe).

Quand on examine cette préparation avec les grossissements ordinairement employés pour l'étude des Radiolaires, on remarque à peine des sphérules de petites dimensions, et dont il est impossible de fixer la nature. Cet examen, avec de faibles objectifs, a l'avantage de montrer que ces sphérules sont distribuées dans la roche d'une façon très inégale: elles pullulent dans certaines plages au point de se toucher; ailleurs, elles ne sont représentées que par quelques individus.

L'emploi de plus forts objectifs montre :

1° Que la forme sphérique est loin d'être unique comme semblent l'indiquer les faibles grossissements;

2° Que les sphérules ne sont pas des corps homogènes, mais que, sous leur forme la plus simple, elles comportent *une mince*

(1) *Palaeontographica*, vol. 38, 1902, p. 118.

coquille sphérique et vide, percée de trous, mettant l'intérieur en communication avec l'extérieur, et rarement munie d'épines.

Cette structure n'est pas visible chez tous les individus, et il en est un grand nombre que les métamorphoses de la silice ambiante n'ont pas suffisamment respectés. Chez ces derniers, la forme seule du squelette est intacte, mais, avec un peu de patience, et en utilisant les excellents objectifs du microscope Zeiss, on arrive *toujours* à retrouver des vestiges de pores. Toutes les sphérules procèdent donc de la même origine.

Pour un observateur un peu familier avec la physionomie des Radiolaires, il n'est pas bien malaisé de reconnaître, dans la description sommaire que je viens de donner, le schéma le plus simple des Radiolaires à squelette treillissé.

Malheureusement l'analyse des sphérules sous le microscope est hérissée de difficultés, et les micrographes qui ont bien voulu examiner mes premières préparations n'ont rien vu qui justifiait la présence de Radiolaires.

Avant d'examiner et de réfuter les objections qui m'ont été faites, il me paraît indispensable de faire connaître les formes qui font l'objet du litige. J'ai tenu à ne point préparer moi-même la planche où elles sont représentées. L'artiste, qui n'avait jamais figuré de Radiolaires, *a dessiné ce qu'il a vu*. La reproduction par la photographie eût été bien préférable, mais en raison de l'extrême exiguité des coquilles et des innombrables taches charbonneuses accumulées dans les préparations, et souvent même à l'intérieur des coquilles, j'ai dû renoncer à utiliser ce procédé.

§ 2. DESCRIPTION DES FORMES.

Je me bornerai à une description très sommaire des formes figurées, et je laisserai innommés les genres et les espèces qui n'étaient pas encore connus. Comme beaucoup d'entre elles se prêtent à une détermination générique précise, je crois utile de l'indiquer.

J'ai réparti les individus figurés en trois catégories :

A. — Radiolaires dont l'identification à des genres connus est *certaine* ;

B. — Radiolaires dont l'attribution à des genres connus est *incertaine* ;

C. — Formes indéterminées comme genres, mais pouvant être rapportées en toute certitude à des Radiolaires.

A. — RADIOLAIRES DONT L'IDENTIFICATION A DES GENRES CONNUS EST CERTAINE.

Classe des Radiolaires, F. Müller.

Légion *Spumellaria*, Ehrenb.

Ordre : *Sphærellaria* Haeckel. — Sous-ordre : *Sphæroidea*, Haeckel.

Famille : *Liosphærida*, Haeckel.

La grande majorité des Radiolaires reconnus appartiennent à cette famille. Elle comprend des Radiolaires sphériques, dépourvus d'épines, simples ou formés de plusieurs sphères concentriques, reliées par des bâtonnets radiaires.

Genre *Cenosphæra*, Ehrenb. (Pl. XI, fig. 1^a et 1^b).

Coquille sphérique simple, percée de grands pores dont quelques-uns sont très nettement hexagonaux.

L'individu de la figure 1^a représente un *Cenosphæra* rencontré par les deux plans qui limitent la section mince et réduit à une sorte de zone équatoriale. Celui de la figure 1^b montre un test extrêmement mince et d'apparence charbonneuse.

On pourrait distinguer plusieurs espèces de *Cenosphæra*.

Dimensions : 0^{mm},045 (1^b).

Déjà connu dans le Silurien ; vit encore actuellement à la surface et en profondeur, jusqu'à 2.900 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 61-69).

Genre *Carposphæra*, Haeckel (Pl. XI, fig. 2^a et 2^b).

Liosphærida formé de la réunion de deux coquilles concentriques reliées par des bâtonnets radiaires et dépourvu d'épines.

J'ai fait figurer deux individus se rapportant à ce genre. Ils sont formés de deux sphères séparées par une distance plus grande que le rayon de la plus petite.

La figure 2^a montre deux rayons grêles, non perpendiculaires entre eux.

L'individu figuré sous le numéro 2^b présente deux rayons complets et l'amorce d'un troisième.

Dimensions : 0^{mm},007 (2^a) ; 0^{mm},0065 (2^b).

Connu dès le Carbonifère ; vit actuellement principalement à la surface des océans ; quelques-uns descendent jusqu'à 3.025 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 71-78).

Famille *Stylosphærida*, Haeckel.

Sphæroides dont la coquille sphérique est pourvue de deux épines radiales placées aux extrémités d'un même diamètre.

Genre *Xiphosphæra*, Haeckel (Pl. XI, fig. 3).

Stylosphærida formé d'une seule coquille ornée de deux épines égales. La figure 3 représente un *Xiphosphæra* dont un piquant est incomplet ; la partie conservée montre qu'il devait être identique à celui qui est intact.

Pores peu visibles, dont l'un paraît circulaire.

Dimensions : 0^{mm},0085.

Connu dès le Dévonien. Beaucoup d'espèces actuelles vivant presque toutes à de grandes profondeurs ; l'une d'elles se trouve à 4475 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 123-128).

Famille *Staurosphærida*, Haeckel.

Sphæroides présentant 4 épines disposées suivant deux diamètres perpendiculaires entre eux. Cette famille est connue dès le Silurien.

Genre *Staurosphæra*, Haeckel (Pl. XI, fig. 4).

Je considère comme *Staurosphæra* quelques coquilles sphériques, simples, treillissées à mailles égales et d'apparence circulaire, munies de quatre épines incomplètes. L'individu figuré a été coupé par la section et montre nettement l'existence d'un test très mince.

Dimensions : 0^{mm},015.

Connu dès le Silurien ; nombreuses espèces actuelles vivant à de grandes profondeurs (jusqu'à près de 3000 brasses) (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 132-137).

Famille *Astrosphærida*, Haeckel.

Sphæroides avec nombreuses épines radiales (huit à douze ou plus).

Genre *Acanthosphæra*, Ehr. (Pl. XI, fig. 5).

Astrosphærida formé d'une seule sphère treillissée, couverte de nombreuses épines radiales de la même espèce.

L'individu figuré ne présente que quatre épines bien conservées ; leur distribution à la surface de la coquille permet de conclure qu'elles étaient plus abondantes.

Pores très apparents, nombreux ; les plus visibles sont hexagonaux.

Dimensions : 0^{mm},008.

Connu dès le Silurien. Nombreuses espèces actuelles vivant à

la surface des océans ou à de grandes profondeurs, atteignant 4475 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 210-218).

Sous-ordre des *Prunoidea*, Haeckel.

Famille *Ellipsida*, Haeckel.

Prunoidea pourvu d'une coquille ellipsoïdale simple dépourvue d'épines et sans constriction équatoriale.

Genre *Cenellipsis*, Haeckel (Pl. XI, fig. 6).

Ellipsida avec coquille simple, sans épines. Plusieurs individus sont à rapporter à ce genre. Le spécimen figuré montre des pores nombreux elliptiques.

Dimensions : 0^{mm},011.

Connu dès l'époque silurienne. Vit encore actuellement à la surface (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 290-294.)

Famille *Spongurida*, Haeckel.

Prunoidea à coquille cylindrique ou ellipsoïdale, spongieuse pourvue ou non d'une petite coquille médullaire.

Genre *Spongurus*, Haeckel (pl. XI, fig. 7).

Spongurida formé d'une coquille simple cylindrique ou ellipsoïdale, à squelette spongieux, dépourvu d'épine polaire et de tout autre appendice. L'individu figuré présente un léger étranglement transversal et montre de grands pores, inégaux.

Dimensions : 0^{mm},022.

Vit encore à la surface des océans et en profondeur jusqu'à 2730 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 343-345).

Légion des *Nassellaria*, Haeckel.

Ordre *Cyrtellaria* Haeckel ; Sous-ordre *Cyrtoidea* Haeckel.

Tous les *Nassellaria* des quartzites sont des *Cyrtoidea*, c'est-à-dire des Radiolaires formés d'une coquille treillissée simple ou partagée en plusieurs segments par des sillons transversaux et dont l'axe longitudinal a ses deux pôles différents.

Section I. *Monocyrtida* Haeckel.

Famille *Tripocalpida* Haeckel.

Cyrtoidea à coquille simple, muni de trois apophyses radiales.

Genre *Tripocalpis*, Haeckel (pl. XI, fig. 8)

Tripocalpida à bouche ouverte, pourvu d'une épine apicale et de trois côtes longitudinales prolongées en trois pieds du côté de la bouche.

Dimensions : 0^{mm},01.

Fossile aux Barbades. Représenté actuellement par peu d'espèces vivant à la surface des océans ou en profondeur, jusqu'à 2425 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1135-1138).

Genre *Tripilidium*, Haeckel (pl. XI, fig. 9)

Tripilidida avec bouche ouverte, sans côtes radiales, pourvu d'une épine apicale et de trois prolongements en épine simple vers la bouche. Pores circulaires ou elliptiques.

Dimensions : 0^{mm},013.

Connu dès le Carbonifère. Vit de nos jours à des profondeurs comprises entre 2200 et 2900 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1140-1143).

Genre *Tripodiscium*, Haeckel (pl. XI, fig. 10^a - 10^d)

Tripodiscida avec bouche ouverte, dépourvu de côtes radiales et d'épine apicale, muni de trois prolongements en épines non treillissées vers la bouche. Pores elliptiques difficiles à voir.

Dimensions : 0^{mm},0093 (10^a) ; 0^{mm},013 (10^b) ; 0^{mm},01 (10^c) ; 0^{mm},012 (10^d).

Connu dès le Jurassique. Vit aujourd'hui à des profondeurs variant de 1990 à 2900 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1143-1145).

Famille *Cyrtocalpida*, Haeckel.

Cyrtoiden formé d'une coquille simple dépourvue d'apophyses radiales et d'épines.

Genre *Archicorys*, Haeckel (pl. XI, fig. 11^a - 11^c)

Cyrtocalpida avec bouche ouverte et à coquille rétrécie vers la bouche, épine apicale.

Je rapporte à ce genre un certain nombre de *Cyrtocalpida*, et notamment les trois individus des figures 11.

Le premier (11^a) est fortement rétréci vers la bouche placée à l'extrémité tubulée; le deuxième (11^b) affecte une forme en cloche, beaucoup moins rétrécie vers la bouche; le troisième (11^c) présente son axe principal incliné par rapport à la section et montre très nettement la bouche, ainsi que plusieurs amorces de rangées de pores disposés concentriquement par rapport à la bouche.

Dimensions : 0^{mm},009 (11^a) ; 0^{mm},013 (11^b) ; 0^{mm},0085 (11^c).

Connu dès le Crétacé ; rare à l'époque actuelle et vit en profondeur de 2.600 à 4.475 brasses. (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1184-1185).

Genre *Cyrtocalpis*, Haeckel (Pl. XI, fig. 12).

Coquille treillissée, rétrécie vers la bouche, elliptique ou urcéolée.

La figure 12 représente un *Cyrtocalpis* à coquille rétrécie en forme de goulot vers la bouche ; cette dernière est bordée par un épaississement du test. Quelques pores sont visibles ; ils sont d'apparence circulaire ou elliptique.

Dimensions : 0^{mm},0125.

Fossile dès le Dévonien ; vit actuellement à la surface et en profondeur jusqu'à 4.475 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1185-1188).

Section II. *Dicyrtida*, Haeckel.

Famille des *Sethocyrtida*, Haeckel.

Cyrtoidea divisé en deux segments inégaux (tête, thorax) par un sillon transversal, et dépourvu d'apophyses radiales.

Genre *Dictyocephalus*, Ehrenb. (Pl. XI, fig. 13^a et 13^b).

Sethocyrtida à thorax ovale, à bouche rétrécie et sans épine apicale. L'un des deux individus figurés (fig. 13^a) présente l'étranglement qui sépare la tête du thorax, très accusé. Le thorax coupé par la section laisse voir quelques pores circulaires dans la partie profonde ; une légère dépression à la base du thorax indique la position de la bouche.

Le second individu (fig. 13^b) montre une séparation beaucoup moins prononcée de la tête et du thorax.

Dimensions : 0^{mm},01 (13^a et 13^b).

Connu à l'état fossile dès le Carbonifère ; nombreuses espèces actuelles vivant presque toutes à de grandes profondeurs (jusqu'à 4.475 brasses) (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1305-1310).

Genre *Sethocapsa*, Haeckel (Pl. XI, fig. 14).

Sethocyrtida à bouche fermée ; tête libre portant une épine apicale.

La tête est séparée du thorax par une portion très rétrécie ; les pores sont grands et elliptiques ; le thorax a été entamé par la section.

Dimensions : 0^{mm},012.

Fossile dès le Dévonien. Vit actuellement et toujours en profondeur, de 2.350 à 3.000 brasses. (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1310-1312).

Genre *Dicolocapsa*, Haeckel (Pl. XI, fig. 15).

Sethocyrtida à bouche fermée, tête libre, dépourvu d'épine apicale.

La tête de l'individu figuré se termine en pointe mais ne porte pas d'épine.

Dimensions : 0mm,013.

Fossile dès le Jurassique. Deux espèces actuelles, l'une à 2600 brasses, l'autre à 4575 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1312).

Section III. *Tricyrtida*, Haeckel.

Famille *Theocyrtida*, Haeckel.

Tricyrtida divisé par deux constriction transversales en tête, thorax et abdomen ; pas d'apophyses longitudinales.

Genre *Theocampe*, Haeckel (Pl. XI, fig. 16).

Theocyrtida avec bouche ouverte pourvu d'un abdomen plus ou moins ovoïde, plus large que la bouche, pas d'épine apicale. Pores elliptiques.

Dimensions : 0mm,0185.

Fossile dès le Carbonifère. Quelques espèces vivent actuellement à la surface : presque toutes se trouvent en profondeur jusqu'à 2925 brasses. (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1422-1427).

B. — RADIOLAIRES DONT L'ATTRIBUTION A UN GENRE CONNU EST INCERTAINE.

Les formes que je rapporte avec doute à des genres connus sont peu nombreuses.

Genre *Carposphæra*, Haeckel (Pl. XI, fig. 17).

Sphæroides formé de deux coquilles concentriques ; l'interne, très petite, reliée à l'externe par deux rayons très grêles. C'est la coexistence de petits piquants et d'une épine incomplète qui rend incertaine l'identification de cette coquille au genre *Carposphæra*.

Dimensions : 0mm,012.

Genre *Staurosphæra*, Haeckel (Pl. XI, fig. 18).

Coquille sphérique munie de quatre épines, dont deux sont placées aux extrémités d'un même diamètre ; la troisième est située à angle droit des deux précédentes, mais la quatrième n'est pas dans

le prolongement de la troisième ; la sphérule est entamée par la section et montre un pore circulaire.

Dimensions : 0^{mm},0075.

Genre *Triactoma*, Rüst (Pl. XI, fig. 19).

M. Rüst a subordonné à la famille des *Astrospharida*, des *Spheroidea* à trois épines. L'individu figuré sous ce nom ne montre que deux épines, dont une incomplète, et écartées d'environ 120°. Les pores sont polygonaux allongés.

Dimensions : 0^{mm},001.

Genre *Lithopium*, Haeckel.

Coquille légèrement ellipsoïdale, simple, avec une épine placée à un des pôles de l'axe principal. Pores à peine visibles.

Dimensions : 0^{mm},008.

Connu dès le Silurien ; est cantonné de nos jours dans les grandes profondeurs comprises entre 2750-2925 brasses (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 303-305).

Genre *Anthocyrtis*, Haeckel (Pl. XI, fig. 21).

Cyrtoidea divisé en tête et thorax par une constriction transversale et portant de nombreuses apophyses radiales (quatre à neuf au plus). La tête du *Cyrtoidea* figuré possède trois épines. Le thorax, très grand et en forme de cloche, montre cinq épines à sa partie terminale.

Dimensions : 0^{mm},011.

Fossiles dès le Crétacé ; vit actuellement à la surface et surtout en profondeur jusqu'à 2925 brasses. (Chall. Rep., vol. XVIII, p. 1269-1273).

C. --- FORMES INDÉTERMINÉES COMME GENRE.

MAIS POUVANT ÊTRE RAPPORTÉES EN TOUTE CERTITUDE A DES RADIOLAIRES.

J'aurais pu proposer des noms nouveaux pour ces formes ; j'y ai renoncé parce que les types des espèces et des genres à nommer ne sont qu'imparfaitement conservés. L'important est d'être fixé sur leur degré d'organisation afin de pouvoir raisonner sur le plus grand nombre de données possibles. Ce résultat est atteint car, non seulement les coquilles que je range sous la rubrique « formes indéterminées comme genres » présentent tous les caractères de Radiolaires, mais on peut, dans beaucoup de cas, fixer la famille à laquelle elles appartiennent, et même leur trouver des affinités avec des genres connus.

Sous-ordre *Sphæroidea*, Haeckel.

Le seul *Sphæroidea* indéterminé comporte une seule coquille percée de grands pores elliptiques et ornée de plusieurs piquants très petits et d'une seule épine (pl. XI, fig. 22).

Dimensions : 0^{mm},006.

Sous-ordre *Discoidea*, Haeckel.

Radiolaires possédant un squelette en forme de disque avec loges disposées en rangées concentriques et muni d'un seul appendice marginal réticulé radialement (pl. XI, fig. 23).

Il rentre dans la famille des *Porodiscida* Haeckel, et fait partie de la sous-famille *Euchitonida* Haeckel.

Dimensions : 0^{mm},008.

Sous-ordre *Cyrtoides*, Haeckel.Section *Monocyrtida*, Haeckel.Famille *Tripocalpida*, Haeckel.

Je rapporte à cette famille les individus figurés sous les numéros 25^a et 25^b (pl. XI). Tous deux ont la forme de cloches ; la bouche est ouverte et entourée de nombreuses dentelures ; épine apicale curviligne. L'ornementation est complétée par une seule épine visible (fig. 25^a) ou par une rangée longitudinale (fig. 25^b). Les caractères de ces Radiolaires les rapprochent beaucoup du genre *Tripterocalpis*, Haeckel.

Dimensions : 0^{mm},014 (25^a) ; 0^{mm},008 (25^b).

Je rapporte dubitativement à cette famille l'individu 26 (pl. XI) ayant la forme d'une cloche à contours anguleux, et munis de grands pores hexagonaux de dimensions inégales et sériés.

Dimensions : 0^{mm},014.

La forme suivante (pl. XI, fig. 24) rentre dans la section des *Monocyrtida* ; mais la famille à laquelle elle appartient est indéterminée. C'est une cloche rétrécie et tronquée vers la bouche ; épines très longues et de plusieurs dimensions formant une rangée longitudinale complète ; une seconde rangée est amorcée ; pas d'épine apicale.

Dimensions : 0^{mm},006.

Section *Dicyrtida*, Haeckel.

Les trois formes 27^a, 27^b et 27^c (pl. XI) sont remarquables par le grand développement de la cellule céphalique. Deux d'entre elles (fig. 27^b et 27^c) ont un thorax très incomplet ; la troisième (fig. 27^a) le présente presque intact avec indication de deux prolongements en épine et l'amorce d'un troisième.

27^a montre une épine latérale et la tête coupée par la section ; 27^b présente de nombreux pores disposés en rangées longitudinales ; 27^c est pourvu de quelques petits prolongements épineux et de pores assez difficiles à voir et de forme irrégulière.

Dimensions : 0^{mm},019 (27^a) ; 0^{mm},013 (27^b) ; 0^{mm},013 (27^c).

Famille *Tripocyrtida*, Haeckel.

Fig. 28. — *Dicyrtida* à tête presque sphérique, ornée d'une épine recourbée ; thorax en forme de tronc de cône peu évasé vers la bouche, terminé par un pied treillissé ; un deuxième pied est amorcé. Il est probable qu'il en existe un troisième caché par le thorax. L'espace compris entre ces deux appendices montre un prolongement en forme de lobe également réticulé.

Pores circulaires ou elliptiques (Pl. XI, fig. 28). Se place dans le voisinage du genre *Lychnodictyum* Haeckel.

Dimensions : 0^{mm},014.

Les formes suivantes rentrent dans la section des *Dicyrtida*, mais la famille à laquelle elles appartiennent est indéterminée.

Fig. 29 (Pl. XI). — *Dicyrtida* à tête sphérique, beaucoup plus développée que le thorax, lequel se termine par quatre pieds groupés en deux paires. La tête porte une seule épine placée à une faible distance du sommet.

Dimensions : 0^{mm},01.

Fig. 30 (Pl. XI). — *Dicyrtida* de forme allongée, très riche en épines couvrant les différentes parties du squelette. Tête ellipsoïdale avec épine apicale ; thorax cylindrique, autant qu'on peut en juger par la partie visible ; bouche entourée de pieds en forme d'épines convergentes, dont trois sont visibles sur la figure.

Dimensions : 0^{mm},016.

Fig. 31 (Pl. XI). — *Cyrtoides* divisé en tête et thorax par une constriction peu accusée. Tête conique, thorax elliptique ; deux

épines marquent la région orale, mais la bouche n'est pas visible ; pores elliptiques.

Dimensions : 0^{mm},013.

Fig. 32 (Pl. XI). — *Dicyrtida* à tête subsphérique ; thorax incomplet et de même forme. Longue épine apicale ; trois épines d'ordre très différent, paraissant placées sur le même méridien. Le thorax surtout est réticulé. Les pores, difficiles à voir, sont de forme irrégulière et allongée.

Dimensions : 0^{mm},018.

Fig. 33 (Pl. XI). — *Dicyrtida* à tête conique ornée d'une longue épine ; thorax elliptique terminé inférieurement par une bouche circulaire ; deux épines sur le thorax. Un seul pore visible et circulaire.

Dimensions : 0^{mm},013.

Fig. 34 (Pl. XI). — *Dicyrtida* à tête petite, conique ; thorax subcylindrique, coupé par la section avec quelques pores elliptiques ; bouche invisible.

Dimensions : 0^{mm},013.

J'ai réuni dans le tableau suivant les Radiolaires dont la famille et le genre ont pu être déterminés.

LÉGION		SOUS-ORDRE		SECTION		FAMILLE		GENRE		Terrain le plus ancien dans lequel on connaît des représentants du genre		DISTRIBUTION BATYMÉTRIQUE ACTUELLE	
Spumellaria		SPHEROIDEA				Liospharida . .		Cenosphara . . Carposphara .		Silurien Carbonifère . . Dévonien		Surface et profondeur jusqu'à 2000 brasses. La plupart à la surface; quelques-uns, jusqu'à 3025 brasses. Presque tous à de grandes profondeurs, jusqu'à 4475 brasses. En profondeur, jusqu'à 3000 brasses. Surfaces et grandes profondeurs, atteignant 4475 brasses.	
		PRUSOIDEA .				Stylospharida . Staurospharida Astrospharida .		Xiphosphara . . Staurosphara . Acanthosphara .		Silurien Silurien Silurien		Surface. Profondeur, de 2730 à 2925 brasses. Surface et profondeurs atteignant 2730 brasses.	
Spumellaria		DISCOIDEA . .				Ellipsida Spongurida . . . Porodiscida . . .		Triactonema ? . . . Ctenellipsus . . . Lithaphum ? . . . Spongurus . . . <i>Indéterminé.</i> . .		Silurien Silurien Silurien Dévonien n		Surface. Profondeur, de 2730 à 2925 brasses. Surface et profondeurs atteignant 2730 brasses.	
Nassellaria		CYRTOIDEA .		Monocyrtida		Triposcalpida . .		Triposcalpis . . . Triplidium . . . Triposdiscium . . Archicorys . . . Cyrtocalpis . . .		Fossile aux Barbades. Carbonifère . . . Jurassique . . . Crétacé Dévonien		Surface et profondeurs atteignant 2425 brasses. Profondeurs de 2200 à 2500 brasses. Profondeurs de 1190 à 2500 brasses. Grandes profondeurs, de 3000 à 4475 brasses. Surface et grandes profondeurs, jusqu'à 4475 brasses.	
						Dicyrtida . . Selhocyrtida . .		<i>Indéterminé.</i> . . Anthocyrtis ? . . Dictyocephalus .		n Crétacé Carbonifère . . . Dévonien Jurassique . . . Carbonifère . . .		Surface et surtout en profondeur, jusqu'à 2925 brasses. Presque tous à de grandes profondeurs, jusqu'à 4475 brasses. Profondeurs de 2350 à 3000 brasses. Profondeur de 2600 à 4475 brasses. Surface, mais presque tous en profondeur, jusqu'à 2925 brasses.	
Nassellaria				Tricyrtida .		Theocyrtida .							

On voit, par ce qui précède, que les documents, en faveur de l'existence de restes organiques dans le Précambrien, sont aussi abondants que variés. Et cependant je n'ai pas utilisé tous ceux que l'on peut tirer de l'étude approfondie des sections minces. J'ai laissé de côté une quantité notable de formes inconnues et complexes, rentrant presque toutes dans le groupe des *Nassellaria*, et susceptibles, par conséquent, de grossir le nombre des Radiolaires les plus élevés en organisation.

V. — Mode de fossilisation des Radiolaires.

On ne connaît à l'état fossile que les Radiolaires à squelette originellement siliceux. Bon nombre des Radiolaires du Précambrien ont conservé un squelette d'opale. Étant donné que la silice dans laquelle ils sont plongés était amorphe à l'origine, et qu'elle a été largement transformée en calcédoine, voire même en quartz, n'est-il pas étrange de retrouver les coquilles de ces petits Rhizopodes avec leur composition initiale !

Le charbon prend également part à la formation du test de ces Radiolaires. Cette particularité mérite d'être soulignée, car il est à remarquer que les débris animaux ne sont qu'exceptionnellement carbonisés. La transformation en charbon affecte les Graptolithes en particulier. M. Rüst (1) l'a constatée chez des Radiolaires du Culm.

VI. — Objections faites contre l'existence de Radiolaires dans le Précambrien ; leur réfutation.

Bien que la preuve de l'existence des Radiolaires dans le Précambrien soit suffisamment faite à mes yeux, je vais examiner et réfuter une à une les objections qui m'ont été présentées.

Ces objections m'ont été communiquées, il y a un an environ. C'est depuis cette époque que j'ai trouvé la plupart des matériaux qui m'ont servi à faire ce travail.

1° LA STRUCTURE RÉTICULÉE SI CARACTÉRISTIQUE DE LA COQUILLE DES RADIOLAIRES N'EST PAS VISIBLE. — Elle est difficile à mettre en évidence dans la plupart des cas, mais elle existe toujours, ainsi que j'ai pu m'en assurer. Certains individus, comme le *Cenosphaera* de la fig. 2, montrent cet aspect réticulé avec mailles hexagonales

(1) Rüst. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Trias und der palaeozoischen Schichten, in *Paleontographica*, vol. 38, p. 123.

d'une netteté qui ne laisse rien à désirer. Quelques coquilles de *Cyrtoides* ont leur treillis admirablement conservé.

2° LES RADIOLAIRES ONT UNE SECTION TRANSVERSALE TRÈS CARACTÉRISTIQUE QUE L'ON NE RENCONTRE PAS DANS LES QUARTZITES ET PHANITES. — Il est très fréquent que des Radiolaires sphériques de dimensions normales soient représentés dans une préparation par une couronne à doubles contours très rapprochés. Cet aspect est très caractéristique des Radiolaires. Pour qu'il soit réalisé, il est nécessaire que les Radiolaires soient assez volumineux pour être rencontrés par les deux plans parallèles qui limitent la lame mince. Or, dans la grande majorité des cas, le diamètre des sphérules est inférieur à l'épaisseur de la préparation : d'où les deux plans en question ne peuvent rencontrer simultanément la même coquille. Ces sphérules sont donc, ou entièrement comprises dans la préparation ou privées d'une seule calotte. Seules, quelques grandes coquilles ont un diamètre supérieur à l'épaisseur de la section mince, et l'une d'elles présente la couronne caractéristique (fig. 1^a).

C'est donc aux dimensions exiguës des coquilles qu'il convient d'attribuer l'extrême rareté des sections en couronne.

3° LES SPHÉRULES SONT DES CORPS Ronds TROP RÉGULIERS POUR APPARTENIR A DES RADIOLAIRES. — La forme régulière des sphérules s'explique tout naturellement par la prédominance du genre *Cenosphaera*, caractérisé par une coquille *sphérique*. Elle n'est d'ailleurs pas exclusive et les formes ellipsoïdales sont assez fréquentes. De plus, il y a de nombreuses formes qui ne procèdent, ni de la sphère, ni de l'ellipsoïde, et qui n'ont plus rien de géométrique : telles sont les *Cyrtoides*.

La forme régulière des sphérules souffre donc des exceptions qui la rendent compatible avec l'hypothèse de Radiolaires.

4° LES CORPUSCULES RAPPORTÉS A DES RADIOLAIRES NE MONTRENT PAS DE TEST SILICEUX ALORS QU'ON RÉUSSIT TOUJOURS A EN TROUVER CHEZ LES RADIOLAIRES LES PLUS MAL CONSERVÉS. — Quand les plans qui limitent la lame mince n'ont pas servi de plans sécants aux sphérules, il est difficile de mettre en évidence quelque chose qui corresponde à l'épaisseur de la coquille ; mais si on examine une sphérule entamée par la section, on peut constater l'existence d'un test mince et siliceux. Il a été indiqué chez tous les Radiolaires sectionnés qui ont été figurés (Voir planche XI, figures 2^b, 4, 13^a, 14, 17, 18 et 27^a).

Ce test se voit nettement chez les Radiolaires formés de deux sphérules concentriques et mieux encore chez le *Cyrtoides*. J'aurai

d'ailleurs à revenir sur cette particularité en réfutant la dernière objection.

3° LES SPHÉRULES RAPPORTÉES A DES RADIOLAIRES ONT DES DIMENSIONS QUI S'ÉCARTENT BEAUCOUP DE CELLES DES RADIOLAIRES CONNUS. — Le fait est absolument vrai et tous les corps que je rapporte à des Radiolaires ont des dimensions très notablement inférieures à celles de la plupart des Radiolaires paléozoïques et actuels. Il suffit de comparer les figures de la planche avec celles qui ont été publiées par MM. Rüst et Hinde — en tenant compte des grossissements différents — pour s'assurer que la différence est très notable. Ce caractère est d'autant plus frappant que les Radiolaires siluriens figurés par MM. Rüst et Hinde ont déjà la même dimension que ceux de l'époque actuelle.

Quelle que soit la signification de cette particularité, je ne vois aucune raison de l'invoquer, pour en faire un argument contre l'opinion que je défends.

Personne n'a jamais songé à assigner aux Radiolaires une limite de taille ; personne n'oserait poser en principe que les premiers Radiolaires à squelette continu devaient nécessairement être aussi grands que ceux qui peuplent nos mers, et l'on ne voit pas bien pourquoi cette même taille ne pourrait se modifier dans le temps, comme c'est le cas pour tant d'organismes.

En faisant appel à ce que l'on sait sur d'autres Rhizopodes, on peut s'édifier sur la valeur de cette objection : les dimensions et l'épaisseur de la coquille varient beaucoup suivant le gisement et entre des limites très distantes. Il suffit que les conditions biologiques qui ont présidé au développement de ces organismes leur aient été défavorables pour que la croissance de la coquille en ait ressenti le contre-coup.

Cette hypothèse n'est pas aussi gratuite qu'on pourrait le supposer. En effet, la taille exiguë de ces Radiolaires est toujours corrélative de la minceur de leur squelette, de sorte que non seulement ces organismes n'ont pas atteint les dimensions qu'ils ont partout ailleurs, mais l'accroissement en épaisseur du test a été également entravé. Chez les plus grands individus de la préparation, la coquille atteint son maximum d'épaisseur. Il y a donc là des faits qui se tiennent très bien, et qui, on ne peut le nier, donnent quelque crédit à mon hypothèse.

D'ailleurs, on ne fait jamais intervenir le facteur *dimensions de la coquille* quand on fait le diagnostic du groupe des Radiolaires ; de quel droit s'en servirait-on pour en faire une objection ?

6° LES OBSERVATIONS FAITES JUSQU'A CE JOUR ONT ÉTABLI QUE LES RADIO-LAIRES APPARTENANT A UN MÊME GENRE ONT SENSIBLEMENT LES MÊMES DIMENSIONS DANS UNE ROCHE DONNÉE. LA TAILLE DES SPHÉRULES DES QUARTZITES ET PITANITES EST AU CONTRAIRE SUJETTE A UNE VARIABILITÉ ASSEZ GRANDE. SI DONC ON LES RAPPORTE AUX RADIO-LAIRES, IL FAUT ADMETTRE UNE DÉROGATION A LA LOI ÉNONCÉE PLUS HAUT. — La très grande majorité des sphérules présentant le même diamètre, l'objection ne vise que l'exception.

La plupart des individus qui échappent à la loi commune appartiennent au genre *Cenosphaera*. Le diamètre du plus grand *Cenosphaera* est à celui du plus petit comme quatre est à un. L'explication de cette anomalie est des plus simples : Le nombre considérable de sphérules réunies dans la même préparation comporte nécessairement des formes de tous âges, et l'on peut admettre avec beaucoup de vraisemblance que les plus petits sont des individus en voie de croissance.

Je vais plus loin, et je trouve surprenant que ce qui est ici l'exception ne soit pas la règle. Je m'explique difficilement pourquoi dans la gaize oxfordienne à *Pholadomya exaltata* de l'Ardenne (1), toutes les sections de Radiolaires — j'en ai examiné des milliers — aient sensiblement la même taille, et que l'influence de l'âge des différents individus se fasse si peu sentir.

Encore une fois, je comprends l'exception et l'explication de la règle m'échappe.

7° TOUTES LES SPHÉRULES NE SONT PAS INDÉPENDANTES, ET L'ON PEUT OBSERVER UN CERTAIN NOMBRE DE CAS DE DEUX SPHÉRULES TANGENTES EXTÉRIEUREMENT OU INTIMEMENT SOUDÉES. — Il est exact que les sphérules se groupent deux à deux, mais rien ne prouve que cette liaison soit originelle. Je la crois accidentelle, et sans importance.

Pour bien s'éclairer sur ce point, il suffit d'examiner des préparations de roches renfermant de nombreux Radiolaires incontestés. Le tuffeau landénien de Bouchavesnes (Somme), la gaize à *Pholadomya exaltata* de l'Ardenne (2) peuvent être consultés avec fruit.

Lorsque, dans ces roches, les Radiolaires sont assez nombreux pour se toucher, ils peuvent revêtir deux façons d'être :

a) Il y a simplement contact et les deux organismes en présence conservent leur individualité. Ce cas s'observe notamment dans les variétés de tuffeau de Bouchavesnes à ciment d'opale.

(1) L. CAYEUX. — De l'existence de nombreux Radiolaires dans le Jurassique et dans l'Eocène du Nord de la France, in *Ann. Soc. Géol. du Nord*, tome XIX (1891).

(2) L. CAYEUX. — Loc. cit.

b) Les deux parois se soudent intimement ou même disparaissent au point de contact, de façon à mettre les coquilles en communication. Cette manière d'être est très répandue dans la gaize jurassique mentionnée plus haut.

L'existence de sphérules accolées n'a donc rien qui doive nous étonner. Elles prouvent que ces sphérules, placées dans les mêmes conditions que des Radiolaires, se comportent exactement comme eux. Je me garderai bien de voir dans ce fait un argument de plus à l'appui de ma thèse, mais c'est en vain que j'y cherche une objection.

8° LES SPHÉRULES RESSEMBLENT BIEN PLUS A DES LOGES DISSOCIÉES DE FORAMINIFÈRES QU'A DES RADIOLAIRES. — Cette objection que je dois à M. Rüst a ceci de particulier qu'elle ne conteste pas l'origine organique des sphérules.

Il n'y a désaccord entre M. Rüst et moi que sur le point de savoir à quel ordre de Rhizopodes il convient de les rapporter. J'ai des raisons pour choisir les Radiolaires; M. Rüst préfère les Foraminifères.

Selon lui, les sphérules auraient beaucoup d'affinités avec des loges séparées de *Globigerina*, etc. Cette manière de voir présente de réels avantages. Elle fournit une explication très plausible des sphérules accolées, de la coexistence des sphérules grandes et petites, et jusqu'à un certain point, elle explique la difficulté de mettre en évidence la présence de pores chez beaucoup d'individus.

Quant aux inconvénients, ils sont multiples :

a) L'existence de tous les caractères auxquels j'ai fait appel pour conclure aux Radiolaires, tels que squelette à mailles hexagonales ou circulaires, formé d'une sphère unique ou de deux sphères concentriques, épines radiales, etc., tout cela me paraît bien incompatible avec l'idée de Foraminifères.

b) La dissociation de loges de *Globigerina* ou d'autres Foraminifères ne peut se faire sans laisser des traces très apparentes, et il n'en est point de visibles : les coquilles ne sont pas fragmentaires.

c) Lorsque les deux sphérules sont en contact, les deux cavités qu'elles circonscrivent ne sont jamais en communication.

d) J'ai dit plus haut que la *très grande majorité* des sphérules étaient de même grandeur et rigoureusement sphériques. Je ne connais pas de Foraminifères pluriloculaires, susceptibles d'engendrer, par dissociation, des loges satisfaisant à cette double condition.

Le genre *Orbulina* monoloculaire, sphérique et perforé de canalicules minces et gros est, à mon sens, celui de tous les Forami-

nifères qui se rapproche le plus des Radiolaires précambriens ; mais l'analogie s'arrête à la forme et la structure de la coquille d'*Orbulina* n'a aucun point de contact avec celle des Radiolaires. Je pourrais ajouter que les nombreuses coquilles de *Cyrtoiden* — en raison de leur forme — ne se prêtent pas du tout à cette interprétation.

Je suis convaincu qu'on trouvera des Foraminifères bien conservés dans le Précambrien, mais je ne vois rien dans mes préparations qui puisse leur être rapporté avec certitude.

9° LES SPHÉRULES SONT DES CORPS PLEINS RÉSULTANT DE LA JUXTAPOSITION DE PETITES GRANULATIONS SPHÉRIQUES ET N'ONT RIEN D'ORGANIQUE. — Plaçons sous le microscope une coquille de *Cenosphaera* comme celle de la fig. 1^a. Cette coquille possède un assez faible diamètre pour être comprise tout entière dans l'épaisseur de la préparation. Si on l'examine avec de faibles grossissements, elle montre des points bien éclairés, régulièrement distribués et séparés par des intervalles étroits beaucoup plus sombres. Je considère ces derniers comme les mailles d'un squelette de Radiolaire, et les points éclairés, comme ses pores. L'objection ne commence qu'avec l'interprétation suivante donnée à cette observation :

Les points les plus éclairés ne sont pas des trous, mais des granulations sphériques et pleines qui, en se juxtaposant de manière à produire une grande sphérule, laissent entre elles des intervalles, figurant un réseau à mailles hexagonales.

Ce qui revient à dire que j'ai considéré comme vide ce qui est plein et réciproquement.

On peut tout d'abord remarquer qu'elle est en contradiction avec les lois les plus élémentaires de l'optique. En faisant passer des rayons lumineux à travers une sphérule formée de granulations juxtaposées, les points les plus éclairés correspondraient aux vides intergranulaires et non aux granulations elles-mêmes. Ceci est trop évident pour que j'insiste davantage. Conséquemment, si les sphérules se présentent telles que je l'ai annoncé, c'est-à-dire montrent le maximum d'éclairement dans les points circonscrits par le réseau, il n'y a que mon interprétation qui soit acceptable et les points éclairés sont des solutions de continuité que je considère comme les pores du squelette du Radiolaire.

Il suffit d'ailleurs d'examiner une sphérule coupée par la section de la roche pour être amené à répudier cette objection. Toute sphérule à laquelle on a enlevé une calotte, en confectionnant la préparation, est conformée de la manière suivante :

Le bord sectionné mis au point montre une mince couronne circulaire siliceuse, homogène et non décomposée en granulations : cette couronne limite un espace plus clair, vide ou rempli de silice *homogène*. Cette observation une fois faite, si l'on descend très lentement l'objectif de manière à mettre successivement au point les parties les plus profondes du reste de la sphérule, on voit le rayon de la couronne grandir jusqu'à un maximum qui correspond à l'équateur. Il prend ensuite des valeurs de moins en moins grandes, l'intérieur étant toujours plus éclairé. On voit enfin le fond de la sphérule lorsque le rayon tend à devenir nul.

Cette petite analyse de la sphérule sectionnée suffit pour montrer qu'on n'est pas en présence d'un corps plein homogène, mais d'une sphérule limitée par une fine zone siliceuse qui est le test du Rhizopode.

Cette déduction est corroborée par deux faits :

a) L'intérieur d'un assez grand nombre de sphérules est occupé par une bulle d'air qui prouve l'existence de sphérules non obli-térées par la silice.

b) Le résultat de la section des plus grandes sphérules par les deux places qui limitent la lame mince est une fine couronne siliceuse, ne renfermant pas de granules.

Vues en lumière polarisée parallèle avec les nicols croisés, certaines sphérules paraissent complètement isotropes. Or, la silice ambiante est largement cristallisée, et chaque fois que j'ai pu observer des Radiolaires remplis de silice dans une gangue siliceuse à silice cristalline, l'intérieur des Radiolaires est lui-même cristallin. Il est infiniment probable que les choses se passeraient de la même façon si ces coquilles étaient remplies de silice.

En tout état de cause, rien dans ce que l'on voit ne peut suggérer l'idée de granulations. L'hypothèse qui en fait un point fondamental se trouve d'ailleurs aux prises avec d'autres faits qui la contrarient singulièrement.

Comment le résultat de la juxtaposition de granulations sphériques serait-il tantôt un réseau hexagonal et tantôt un réseau circulaire ?

Comment interpréter les sphérules à deux coquilles concentriques, reliées par des bâtonnets radiaires : quelle est la signification des épines ; que deviennent les coquilles de *Cyrtoides* avec cette hypothèse ? Je crois que la réponse à ces questions serait bien difficile.

En arrivant à la fin de ce chapitre consacré à la défense de mes

conclusions, j'ai la satisfaction de constater que toutes les preuves que j'ai réunies en faveur de l'existence des Radiolaires n'ont rien perdu de la portée que je leur ai attribuée. La présence de ces Radiolaires n'est pas une hypothèse que l'on peut admettre ou rejeter à volonté; c'est un fait, et tôt ou tard il aura raison de l'opposition qu'il a soulevée.

Je me suis attaché jusqu'à présent à fournir des preuves et à réfuter des objections; j'ai négligé certains détails ou laissé dans l'ombre quelques considérations qui méritent à leur tour de retenir notre attention.

VII. — Caractères de la faune de Radiolaires et conséquences qui en découlent.

La faune de Rhizopodes du terrain précambrien de Bretagne se signale surtout à notre attention par les particularités suivantes :

1° L'existence de représentants des deux groupes de Radiolaires connus à l'état fossile ; 2° la prédominance du genre *Cenosphaera* qui est le plus simple des Radiolaires à squelette continu et treillissé; 3° La présence de formes très différenciées témoignant d'une évolution très avancée ; 4° L'existence de nombreux genres vivant encore de nos jours.

§ 1. — COEXISTENCE DES *Spumellaria* ET DES *Nassellaria* A L'ÉPOQUE PRÉCAMBRIENNE.

Tous les Radiolaires fossiles sont des *Spumellaria* et des *Nassellaria* (1). Ces deux groupes forment une fraction très notable de la faune de Radiolaires actuels et ont joué des rôles très différents aux diverses époques géologiques. On a vu *qu'ils existent déjà à la base du Précambrien*.

§ 2. — PRÉDOMINANCE DU GENRE *Cenosphaera*.

J'ai noté plus haut que la majorité des Radiolaires précambriens sont des *Cenosphaera*, appartenant à plusieurs espèces.

Cenosphaera existe encore de nos jours. M. E. Haeckel (2) en a

(1) Il y a exception pour quelques *Dictyochida* qui appartiennent à la légion des *Phaeodaria* dont le rôle géologique est négligeable.

(2) E. HAECKEL : Report on the Radiolaria. Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. XVIII, 1^{re} partie, p. 61 et suiv.

signalé plus de trente espèces actuelles vivant dans nos océans, tantôt à la surface, tantôt au sein de l'eau et jusqu'à des profondeurs voisines de 3,000 brasses.

M. Rüst (1) l'a retrouvé, représenté par deux espèces à l'époque silurienne et M. Hinde (2) l'a reconnu dans des cherts de l'île Mullion dont l'âge est probablement très ancien.

En essayant de retracer la phylogénie des *Spumellaria*, M. E. Haeckel a fait jouer un rôle important à *Cenosphæra* : il l'a considéré comme la forme souche de tous les *Sphæroidea*, et jusqu'ici rien n'est venu contredire ses vues.

La place considérable que *Cenosphæra* occupe dans cette faune si ancienne est, je crois, une confirmation des idées de l'illustre naturaliste d'Iéna.

Il importe de remarquer que malgré sa grande simplicité de structure, *Cenosphæra* est loin d'être le plus primitif de tous les Radiolaires. Il est supérieur à tous les Radiolaires sans squelette, ou pourvus d'un squelette imparfait et non treillissé, dont M. Haeckel a fait le groupe important des *Collodaria*. Certains *Collodaria*, les *Sphærozoum*, par exemple, ont laissé des vestiges dans beaucoup de terrains. M. Rüst (3) les a signalés dans le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère, et M. Hinde (4) a noté leur présence dans l'Ordovicien.

Je n'ai rien trouvé qui pût leur être rapporté. Le fait est d'autant plus surprenant qu'ils ont dû être les précurseurs des *Sphæroidea*. Il se peut que leurs débris m'aient échappé.

§ III. — DEGRÉ DE COMPLEXITÉ DES AUTRES FORMES.

À côté de *Cenosphæra*, il y a d'autres *Sphæroidea* plus évolués, et avec *Carposphæra*, *Xiphosphæra*, *Staurosphæra*, *Acantosphæra* et *Triactoma*, on a des représentants de quelques-unes des principales familles du sous-ordre des *Sphæroidea*.

Quelques formes que j'ai rapportées aux genres *Cenellipsis*, *Litha-*

(1) Rüst : Beiträge zur Kenntniss der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Trias und der palaeozoischen Schichten, in *Palaeontographica*, vol. 38, p. 133 et suiv.

(2) G. J. Hinde : Note on a Radiolarian Chert from Mullion Island, by Howard Fox and H. Teall, in *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. XLIX, 1893, p. 211 et suiv.

(3) Rüst : Loc. cit.

(4) G. J. Hinde : Notes on Radiolaria from the lower Palaeozoic Rocks (Llandoililo-Caradoc) of the South of Scotland, in *Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, 1890, S. 6, vol. VI, p. 40 et suiv.

ptum, *Spongurus* appartiennent à un ordre plus élevé, aux *Prunoides*.

Enfin, l'ordre le plus supérieur des *Spheroidea*, les *Discoidea*, comporte un seul représentant.

Il importe de noter, pour bien rendre la physionomie de la faune, que ces genres, sauf *Cenellipsis*, ne sont représentés que par de rares individus.

Il existe donc, dans le domaine même des *Spumellaria* précambriens, des Radiolaires très éloignés de la forme souche (*Cenosphaera*) et dénotant une organisation perfectionnée.

Si l'on passe aux *Nassellaria*, on se trouve en présence d'organismes beaucoup plus différenciés. Les *Cyrtoides* qui les représentent sont moins nombreux que les *Spheroidea*, mais leur existence à une époque aussi reculée acquiert une importance considérable.

Ils comptent un grand nombre de genres dont une partie seulement ont été figurés. Les uns ne sont représentés que par un seul individu ; les autres comprennent toute une série de formes susceptibles d'être groupées en plusieurs espèces.

Des quatre sections en lesquelles se décompose le sous-ordre des *Cyrtoides*, trois sont déjà représentées à l'époque précambrienne ; ce sont : *Monocyrtida*, *Dicyrtida* et *Tricyrtida*.

Les *Cyrtoides* forment la subdivision la plus supérieure des *Nassellaria* ; ils occupent donc une place très élevée dans la classification des Radiolaires. De plus, ils sont considérés comme des organismes essentiellement post-paléozoïques. Ils ont joué un rôle important à l'époque tertiaire et pullulent encore dans nos océans.

M. Rüst (1) les a retrouvés dans les terrains primaires à partir du Dévonien, mais en nombre restreint.

On doit à M. Hinde (2) la découverte de *Nassellaria* dans l'Ordovicien d'Ecosse. Ce sont des formes inférieures aux *Cyrtoides* et que M. Hinde rapporte à l'ordre des *Plectellaria* (sous-ordre des *Plectoidea*).

En résumé, il y a coexistence, dans le Précambrien, de Radiolaires simples, nombreux et comportant peu de genres (*Spumellaria*) et de Radiolaires beaucoup plus élevés en organisation, et moins abondants, mais se signalant par un plus grand nombre de formes spécifiques (*Nassellaria*). Tel est le caractère saillant de la faune.

Malgré la supériorité numérique du *Cenosphaera*, c'est-à-dire du genre qui compte parmi les plus archaïques du groupe, cette faune de Radiolaires, considérée dans son ensemble, ne peut pas

(1) Rüst : Op. cit.

(2) G. J. HINDE : Notes on Radiolaria from the lower paleozoic Rocks, etc., p. 58.

être considérée comme une faune de début ; elle revêt un caractère de complexité et de perfectionnements tels qu'elle implique la préexistence de plusieurs autres faunes de Radiolaires moins évolués.

On ne peut se soustraire à la nécessité de supposer des faunes plus anciennes qu'en admettant pour les premiers Radiolaires une évolution rapide, brusque même, faisant apparaître soudainement, pour ainsi dire, des formes très élevées à la base du Précambrien.

Une telle faune trouvée à une époque plus récente nous conduirait certainement à la conclusion qu'elle a été précédée dans le temps, de Radiolaires plus imparfaits. Pourquoi repousserait-on la même conclusion lorsqu'il s'agit du Précambrien ?

On ne découvre donc de faunes anciennes que pour en supposer de plus vieilles encore. Tous nos efforts pour exhumer les formes les plus primitives aboutissent invariablement au même résultat, qui est de reculer la date de l'apparition de la vie sur notre planète.

§ 4. — PERSISTANCE JUSQU'À NOS JOURS DE GENRES DE RADIOLAIRES PRÉCAMBRIENS

On a pu remarquer que les noms de genres dont je me suis servi pour désigner les Radiolaires susceptibles d'une détermination générique s'appliquent également aux Radiolaires actuels. Les genres déterminés représentent une fraction notable de tous les genres reconnus ; d'où cette conclusion qu'une partie des genres de Radiolaires du Précambrien de Bretagne sont encore vivants de nos jours.

Dans son mémoire sur les Radiolaires paléozoïques et triasiques, M. Rüst a signalé 109 genres, comprenant 261 espèces. Tous ces genres, *sauf de rares exceptions*, ont été créés par M. E. Haeckel pour des formes vivantes. Ce qui revient à dire que presque tous ont persisté jusqu'à nos jours.

Presque la moitié des genres trouvés par M. Hinde dans l'Ordovicien du Sud de l'Ecosse sont encore vivants.

En sorte que toutes les investigations sur les Radiolaires paléozoïques démontrent que *la plupart des genres primaires et même précambriens se sont perpétués jusqu'à nos jours*. Il n'est certes pas de meilleur exemple pour montrer que *la ressemblance des organismes anciens avec les êtres actuels apparaît à une époque beaucoup plus reculée chez les animaux inférieurs que chez ceux qui sont pourvus d'une organisation plus élevée*.

VIII. — Comparaison des Radiolaires précambriens de Bretagne avec les Radiolaires siluriens connus.

Si l'on parcourt le tableau préparé par M. Rüst (1) pour montrer la distribution des genres de Radiolaires fossiles dans les différents terrains, on remarque que tous les Radiolaires siluriens trouvés par M. Rüst appartiennent, sans exception, aux *Spumellaria*. On peut s'assurer de plus que le plus grand nombre de ces genres se rattachent au sous-ordre des *Spheroidea* qui est un des plus inférieurs des *Spumellaria*. Quant aux *Cyrtosidea* déjà si abondants à l'époque précambrienne, M. Rüst ne les a retrouvés qu'à l'époque dévonienne et encore ne sont-ils représentés que par *sept* genres différents.

Bien que portant sur un moins grand nombre de formes, le travail de M. Hinde sur les Radiolaires ordoviciens nous a révélé l'existence dans le Silurien de quelques *Plectosidea*, c'est-à-dire de *Nassel-laria* beaucoup moins différenciés que les *Cyrtosidea*. Tous les autres Radiolaires ordoviciens sont des *Spheroidea*.

Les *Spongosphaera* signalés par M. Rothpletz dans le Silurien de Saxe sont également des *Spheroidea* (2).

Si l'on met en regard des faunes précédentes celle du Précambrien, on est frappé de cette particularité que ce sont les roches de Bretagne — les plus anciennes par conséquent — qui renferment les Rhizopodes les plus parfaits.

Si donc, on considérait l'état actuel de nos connaissances sur les Radiolaires paléozoïques comme définitif et non transitoire, il faudrait admettre que la marche *progressive* du développement de ces animaux s'est arrêtée au cours des périodes précambriennes ou cambriennes; il faudrait, de plus, supposer qu'après avoir atteint une organisation à la fois complexe et élevée pendant le Précambrien, les Radiolaires ont subi un développement *rétrograde*.

Mais la solution n'est pas de ce côté. C'est dans l'imperfection de nos documents sur les Rhizopodes primaires qu'il convient de la chercher. En effet, malgré les investigations si fructueuses de MM. Rüst et Hinde, sur ces organismes, leur histoire reste presque tout entière à écrire. De nombreuses formes restent encore à découvrir, et parmi elles il s'en trouvera sans doute qui viendront attes-

(1) Rüst : Loc. cit., p. 129-132.

(2) ROTHPLETZ : Radiolarien, Diatomaceen, und Sphärosomatiten im silurischen Kieselschiefer von Langenstriegis in Sachsen, in *Zeits. d. deutsch. geol. Gesell.*, vol. 32 (1880), p. 447-467.

ter que le développement des Radiolaires n'a pas subi de mouvement de recul à l'époque silurienne. Bref, il y a des lacunes dans nos connaissances et pas d'infraction à la loi du perfectionnement progressif.

IX. — Conclusions

L'histoire paléontologique des Radiolaires est d'ailleurs une de celles qui présentent le plus de lacunes. La découverte de Radiolaires dans le Précambrien a l'avantage de nous fixer sur un point intéressant de cette histoire. M. E. Haeckel a considéré les quatre « légions » qu'il a distinguées dans les Radiolaires comme quatre rameaux divergents d'un même arbre généalogique. A quelle époque les deux branches des *Spumellaria* et des *Nassellaria* se sont-elles détachées du tronc commun ? Il est encore impossible de le dire, mais l'on sait par la composition de la faune des quartzites et phthanites qu'elles étaient déjà nettement séparées et même très écartées au début de l'époque précambrienne, et que conséquemment, leur point de convergence doit être cherché beaucoup plus loin.

De l'ensemble des faits qui ressortent de l'étude des Radiolaires précambriens, il en est un capital à retenir : c'est la possibilité — sinon la certitude — de l'existence de Radiolaires plus anciens, moins éloignés de leur archétype.

C'est à la recherche de microorganismes siliceux que doivent s'appliquer les géologues désireux de reconstituer les premières pages de nos archives paléontologiques. L'expérience montre que les Radiolaires ont le privilège de conserver l'intégrité de leur forme et de leur composition en dépit des métamorphoses qui bouleversent tout autour d'eux.

Aussi, je crois fermement que le dernier mot sur les faunes les plus anciennes appartiendra aux micrographes.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Fig. 1a .	Section d'un <i>Cenosphaera</i>	Fig. 3.	<i>Stylosphaera</i>	× 1200.
	× 1350.	Fig. 4.	<i>Staurosphaera</i>	× 1500.
1b .	<i>Cenosphaera</i>	Fig. 5.	<i>Acanthosphaera</i>	× 1875.
Fig. 2a .	<i>Carposphaera</i>	Fig. 6.	<i>Cenellipsis</i>	× 1300.
2b .	Id.	Fig. 7.	<i>Spongurus</i>	× 1150

Fig. 8.	<i>Tripocalpis</i>	× 2000.	Fig. 22.	<i>Sphæroidea</i> indéterm.	× 2000.
Fig. 9.	<i>Tripilidium</i>	× 1350.	Fig. 23.	<i>Discoidea</i> de la famille des	
Fig. 10 ^a .	<i>Tripodiscium</i>	× 1000.		<i>Porodiscida</i>	× 2000.
10 ^b .	Id.	× 1250.	Fig. 24.	<i>Monocyrtida</i> indéterm.	× 1350.
10 ^c .	Id.	× 1000.	Fig. 25 ^a .	<i>Monocyrtida</i> de la famille des	
10 ^b .	Id.	× 1150.		<i>Tripocalpida</i>	× 1400.
Fig. 11 ^a .	<i>Archicorys</i>	× 1800.	25 ^b .	<i>Monocyrtida</i> de la famille des	
11 ^b .	Id.	× 1050.		<i>Tripocalpida</i>	× 1600.
11 ^c .	Id.	× 2100.	Fig. 26.	<i>Monocyrtida</i> indéterm.	× 1400.
Fig. 12.	<i>Cyrtocalpis</i>	× 1600.	Fig. 27 ^a .	<i>Dicyrtida</i> indéterminé	× 1400.
Fig. 13 ^a .	<i>Dictyocephalus</i>	× 1600.	27 ^b .	Id.	× 1500.
13 ^b .	Id.	× 1800.	27 ^c .	Id.	× 1150.
Fig. 14.	<i>Sethocapsa</i>	× 1325.	Fig. 28.	<i>Dicyrtida</i> de la famille des	
Fig. 15.	<i>Dicolocapsa</i>	× 1700.		<i>Tripocyrtida</i>	× 1600.
Fig. 16.	<i>Theocampe</i>	× 1600.	Fig. 29.	<i>Dicyrtida</i> indéterminé	× 1700.
Fig. 17.	<i>Carposphaera?</i>	× 1500.	Fig. 30.	Id.	× 1500.
Fig. 18.	<i>Staurosphaera?</i>	× 2000.	Fig. 31.	Id.	× 1500.
Fig. 19.	<i>Triactoma?</i>	× 1750.	Fig. 32.	Id.	× 1200.
Fig. 20.	<i>Lithapium?</i>	× 1750.	Fig. 33.	Id.	× 2000.
Fig. 21.	<i>Anthocyrtis?</i>	× 2050.	Fig. 34.	Id.	× 1150.

L'AGE GÉOLOGIQUE DES CONGLOMÉRATS TERTIAIRES DE LA MUNTENIA (ROUMANIE),

par M. Sabba STEFANESCU (1).

En Muntenia, dans les districts de Mehedinți, de Gorjiu, de Valcea, d'Argesiu, de Muscel, de Dambovitza, de Prahova et de Buzau, il y a des régions qui sont représentées comme étant éocéniques sur la carte géologique générale de la Roumanie, publiée par les membres de l'ex-bureau géologique. Ces régions sont constituées par des conglomérats, des grès, des sables et d'autres espèces de roches ; mais comme les conglomérats prédominent, les géologues nomment toutes ces espèces de roches, des *conglomérats*.

On a souvent discuté sur l'âge géologique de ces conglomérats, mais les arguments sur lesquels s'appuient toutes ces discussions n'ont pas été décisifs, et le problème est demeuré non résolu. D'après les résultats des recherches géologiques que j'ai faites dans les districts de Gorjiu, de Mehedinți et d'Argesiu, j'ai conclu que les conglomérats de la Muntenia, qu'on a considérés comme *éocéniques* sont de différents âges; les uns sont *sarmatiques*, d'autres *méditerranéens* et d'autres *éocéniques*.

Cette certitude s'appuie sur des faits observés dans le village de Sacel du district de Gorjiu, dans le village de Ilocatz du district de Mehedinți, et dans le village de Salatrucu-Mare du district d'Argesiu.

I. — Dans le village de Sacel, sur la vallée de Planitia, du district de Gorjiu, il y a un petit massif de conglomérats tertiaires. En 1884, M. Grégoire Stefanescu fut d'avis que les conglomérats qui forment ce massif sont *éocéniques* (1). Mais il n'a aucune preuve pour appuyer son dire. En 1888, dans une tranchée faite dans ces conglomérats pour ouvrir un chemin qui conduisait

(1) Communication faite à la séance du 16 Avril 1894. Manuscrit remis le 12 Avril. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat le 25 Mai 1894.

M. Sabba Stefanescu n'étant pas membre de la Société, l'impression de cette note a été autorisée par une décision du Conseil en date du 7 Mai 1894.

(2) *Anuarul Buroului geologic*. Anul 1882-1883, N° 1, p. 51, 1884.

aux bains de cette localité, j'ai trouvé des coquilles fossiles, qui se rapportent aux espèces suivantes :

Cerithium disjunctum Sow.

» *pictum* Bast.

» *rubiginosum* Eichw.

Neritina Grateloupiana Fér.

Melanopsis Bouéi Fér.

Macra podolica Eichw.

Ces espèces se trouvent dans le bassin de Vienne et sont caractéristiques des couches sarmatiques ou couches à Cérithes (*sarmatische oder Cerithienstufe*). J'affirme donc, avec certitude, que les conglomérats de Sacel, dans lesquels j'ai trouvé ces coquilles fossiles, ne sont pas *éocéniques*, mais *sarmatiques*.

II. — Dans le village d'Ilovatz, dans la vallée de Cosustea-Mare, du district de Mehedinzi, les montagnes sont formées par des conglomérats.

En 1883, quand j'ai observé, pour la première fois, ces conglomérats, j'y ai trouvé des valves d'*Ostrea*. Quelques-unes de ces valves sont de l'espèce *Ostrea cochlear* Poli, et d'autres sont d'une autre espèce, que je n'ai pas déterminée (1).

En 1876, M. Grégoire Stefanescu admit que les conglomérats de la Gura-Vaiei du district de Mehedinzi, qui ne sont que la continuation de ceux d'Ilovatz, sont des conglomérats tertiaires déposés dans la mer où se sont déposés les conglomérats de Muscel, de Dambovitza et du massif des Bucegi (2). De ce que les conglomérats du massif des Bucegi sont *éocéniques*, on a attribué indirectement à M. Grégoire Stefanescu l'opinion que les conglomérats de la Gura-Vaiei le sont également.

En 1885, M. Mathieu M. Draghiceanu admit que les conglomérats qui forment, dans le district de Mehedinzi, la chaîne de monticules qui s'étend de la Gura-Vaiei jusqu'à Glogova, de même que ceux des villages de Tarnitza et d'Apa-Neagra sont congériennes. D'après son avis, les conglomérats dont je m'occupe sont « le produit d'un système fluvial bien fort qui s'est ouvert un large lit au bas des Carpathes » (3).

Pour motiver son opinion, M. Draghiceanu cite quatre espèces fossiles, qu'il a trouvées sur le bord du chemin entre le village de

(1) Op. cit., N° 3, p. 244, 1888.

(2) Nota asupra basinelui terțiar si lignitului de la Bahna, p. 11, 1876.

(3) Mehedinții, p. 95-97, 1885.

Glogova et le village de Comanesti, et deux espèces fossiles qu'il a recueillies dans le calcaire du village de Bresnitz. Les fossiles ont été déterminés par M. Theodor Fuchs. Ceux trouvés entre les villages de Glogova et de Comanesti sont :

Congeria triangularis Partsch.

» *polymorpha* Pallas.

Cardium proximum Fuchs.

Littorinella Ulvæ Pen.

Les fossiles trouvés dans le calcaire de Bresnitz sont :

Congeria aff. *simpler* Barbot.

» *arcuata* Fuchs.

La citation de ces espèces ne peut soutenir l'opinion de M. Draghiceanu pour deux causes. La première est que les marnes, dans lesquelles est construite la chaussée entre les villages de Glogova et de Comanesti, sont des marnes *congérientes*. Elles reposent sur les conglomérats, sans être du même âge qu'eux. Je me suis convaincu de ce fait et j'ai moi-même recueilli des fossiles de ces marnes. La seconde cause est que le calcaire de Bresnitz est *sarmatique*, non pas *congérien*. M. Fuchs, après avoir examiné ce calcaire, a reconnu qu'il était *sarmatique*. Dans l'étude qu'il a publiée cette année, sur les couches tertiaires récentes de la Roumanie (1), M. Fuchs ne mentionne pas même avoir trouvé, dans les calcaires de Bresnitz, les deux espèces sur lesquelles s'appuie M. Draghiceanu, pour soutenir que ce calcaire est *congérien* (2).

Quand j'ai publié le mémoire relatif à la géologie du district de Mehedintzi, en 1888, je connaissais aussi l'opinion attribuée à Grégoire Stefanescu, ainsi que celle de M. Draghiceanu. Par la raison que, dans les conglomérats d'Ilovatz, je n'avais trouvé que des coquilles marines et une épaisseur trop grande des conglomérats, qui, en quelques endroits, est de plusieurs centaines de mètres, je suis arrivé à rejeter l'opinion de M. Draghiceanu et à me rapprocher de celle de M. Grégoire Stefanescu. Mais, comme l'*Ostrea cochlear* Poli n'est pas une espèce caractéristique du système éocène, je n'ai pas admis non plus d'une manière catégorique l'opinion de M. Grégoire Stefanescu, de sorte que je me suis

(1) Geologische Studien in den jüngeren Tertiärbildungen Rumäniens von Theodor Fuchs, p. 116. Separat Abdruck aus dem *Neuen Jahrbuch für Mineralogie*, etc., 1894, B¹ I.

(2) Les espèces trouvées par M. Fuchs sont : *Tapes gregaria*, *Mastra podolica* et *Modolia volhynica*.

contenté de conclure que si ces conglomérats n'appartiennent pas au système éocénique ils n'appartiennent pas non plus au système pliocénique, et surtout aux *couches à Congéries* (1).

L'été dernier, examinant de nouveau ces conglomérats à Ilovatz, dans un ravin du côté gauche de la Cosustea, appelé Ogasiul-Pirtuliu, j'ai trouvé des coquilles marines des espèces (2) :

- * *Cerithium minutum* Serr.
- * » *plicatum* Brug.
- * » *spina* Partsch.
- * *Pleurotoma obeliscus* Des Moul.
- * *Mitra pyramidella* Brocc.
- * » *aperta* Bell.
- * *Turritella subangulata* Brocc.
- * » *Archimedis* Brong.
- * *Turbinella subcraticulata* d'Orb.
- * *Columbella scripta* Bell.
- * *Murex gonostomus* Partsch.
- * *Triton varians* Micht.
- * *Conus Dujardini* Desh.
- * *Rissoia pusila* Brocc.
- * » *decussata* Mont.
- * » *Bruguierri* Payr.
- * *Rissoia Venus* d'Orb.
- * » *Moulini* d'Orb.
- * *Bulla Lajonkairieana* Bast.
- * *Dentalium Badense* Bast.
- * *Pectunculus pilosus* Linn.
- * *Venus multilamella* Lam.
- * *Cardium papillosum* Poli.
- * *Ostrea cochlear* Poli.

Ces fossiles simplifient la question. On les trouve tous dans les couches marines du bassin de Vienne, qu'on nomme des *couches méditerranéennes supérieures* (*Zweite mediterrane Stufe*). La conclusion logique est donc, que les conglomérats d'Ilovatz et leur prolongement du district de Mehedinzi sont *méditerranéens* et non *éocéniques*. Ils sont synchroniques avec *Leithakalk* et avec *Tegel von Baden*, du bassin de Vienne.

1) Memoriu relativ la geologia judetului Mehedinți, p. 246.

(2) Les espèces marquées d'un * sont mentionnées dans les *couches méditerranéennes* du bassin de Bâna.

Dans le bassin de Bahna, du district de Mehedintzi, il y a des couches méditerranéennes très fossilifères. Ces couches sont connues sous le nom de *marnes et calcaires de Curchia*. En comparant les espèces de fossiles que j'ai trouvées dans les conglomérats d'Ilovatz, à celles que d'autres géologues ont trouvées dans les marnes et dans les calcaires de Curchia, j'ai constaté que 16 sont communes et que 8 de ces 24 trouvées dans les conglomérats d'Ilovatz, jusqu'à présent, n'ont pas été mentionnées dans la faune fossile de la Roumanie.

Le synchronisme des couches méditerranéennes du bassin de Bahna avec les conglomérats d'Ilovatz et la petite distance qui les sépare, m'obligent à croire que les uns et les autres se sont déposés en même temps, dans la même mer; mais les couches de Bahna se sont déposées dans un golfe étroit, tandis que les conglomérats d'Ilovatz se sont déposés dans la partie ouverte de la mer.

III. — Au village de Salatrucu-Mare, dans la vallée du Topolog du district d'Argesiu, les montagnes sont constituées par des conglomérats.

En 1882 et 1884, quand j'ai examiné ces conglomérats dans le ravin de Trepiraie, dans le ravin près de la Caserne et dans ceux d'Alunisiu et de Hotzu, j'ai trouvé des coquilles de Nummulites de l'espèce (1) :

- Nummulites Lucasana* Defr.
- » *perforata* d'Orb.
- » *intermedia* D'Arch.
- » *Tchihatcheffi* D'Arch.
- » *Lamarcki* D'Arch. et Haime.
- » *scabra* Lam.
- » *Leymerii* D'Arch. et Haime.

Ces fossiles prouvent, jusqu'à l'évidence, que les conglomérats dans lesquels ils se trouvent sont *éocéniques*. Particulièrement les *Nummulites Lucasana* Defr. et les *Nummulites perforata* D'Orb. sont caractéristiques des couches éocéniques de l'Autriche-Hongrie. MM. Stache et Franz von Hauer les ont citées dans le massif de Bihar de la Transylvanie, et MM. Hantken et Koch les ont trouvées dans les environs de la Gran en Hongrie (2).

(1) *Anuarul Biuroului geologic*. Anul 1882-1883, N° 1-2, édition française, page 163-164, 1886.

(2) Franz Ritter von Hauer : Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Österr. — Ungar. Monarchie, page 580-581.

DÉCOUVERTE D'OSSEMENTS D'HYÈNES RAYÉES DANS LA GROTTE DE MON TSAUNÉS (HAUTE-GARONNE),

par **M. Édouard HARLÉ** (1).

Il y a deux ans environ, je découvris dans un couloir horizontal, à Montsaunés (Haute-Garonne), des ossements de divers animaux, mêlés à de nombreux coprolithes d'Hyènes. La pièce la plus importante était une mandibule de Singe que j'attribuai à un Magot voisin de celui de Gibraltar (*Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse*, 17 février 1892). M. Albert Gaudry me fit l'honneur de présenter cet échantillon à l'Académie des Sciences (*Comptes-Rendus*, 30 mai 1892). Depuis, j'ai continué les fouilles jusqu'au point où, le foud de rocher se relevant, la couche à ossements et coprolithes a complètement cessé. Les ossements étaient des plus fragiles, beaucoup très altérés et la plupart dans une gangue résistante hors de laquelle il m'a fallu patiemment les extraire au burin en les consolidant à mesure. J'ai ainsi obtenu, soit par mes anciennes fouilles, soit par les nouvelles, un grand nombre de dents et quelques os. Toutes les pièces (à l'exception de deux sans importance), ont été extraites par moi-même ou en ma présence. Les conditions du gisement excluent d'ailleurs toute idée de remaniement. En effet, les échantillons que j'ai recueillis se trouvaient entassés sur une dizaine de mètres de longueur, dans une couche d'argile mêlée de coprolithes très fragiles, consolidée en grande partie par des incrustations et recouverte de stalagmite. Il est donc certain que les animaux dont j'ai découvert les restes étaient tous contemporains.

FAUNE

Les restes que j'ai recueillis ainsi dans la grotte de Montsaunés appartiennent aux animaux suivants :

Magot voisin de celui de Gibraltar (un ou deux individus).

*Ours, généralement de grande taille, mais qui n'est pas identique à l'*Ursus spelæus* type* (plusieurs individus).

Blaireau (un individu).

(1) Communication faite dans la séance du 21 Mai 1894 ; manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 5 Juin 1894.

- Canis moins grand que le Loup quaternaire* (trois individus).
Hyènes de grande taille, du type de l'Hyène rayée (neuf dents et un nombre immense de coprolithes).
Chat un peu plus grand que le Chat domestique (un individu).
Lapin (un individu).
Castor (un ou deux individus).
Eléphant (une molaire de lait qui paraît différer de celles de l'*Elephas primigenius*).
Rhinocéros du type Merckii (vingt-sept dents appartenant à plusieurs individus).
Cheval (un individu).
Sanglier à très fortes défenses (plusieurs individus).
Cerf qui paraît être l'élaphe (plusieurs individus),
Autre Cerf? (quelques dents).
Cerf de la taille de Chevreuil (un individu).
Grand Ruminant : Bovidé? (quelques restes).
Ruminant moins grand : Ovis? Capra? (une molaire).

Je vais donner quelques détails sur certaines déterminations, sans m'occuper cependant du Singe, sur lequel je n'ai rien à ajouter :

Ours. — J'ai trouvé trente dents d'Ours appartenant à plusieurs individus de taille variable, atteignant parfois celle de nos grands *Ursus spelæus*. Les exemplaires de la prémolaire postérieure de la mandibule (dont l'un était en place avec les molaires) montrent que cette dent, au lieu d'être, comme dans l'*Ursus spelæus*, de forme très large, avec fortes pointes latérales, est de forme étroite et sans pointes latérales.

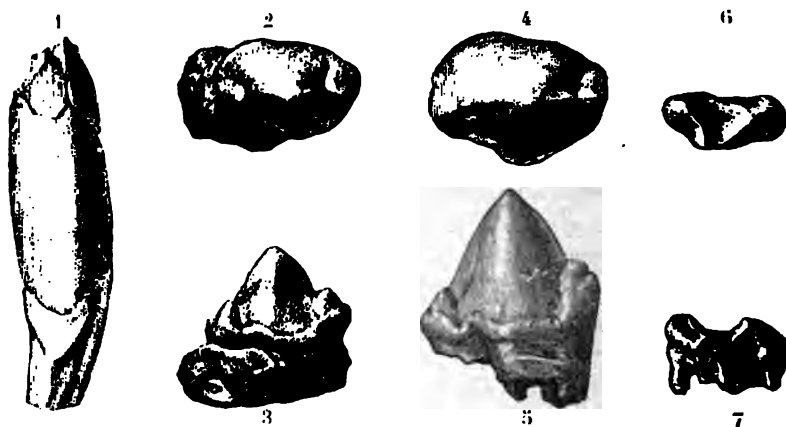
Canis. — J'ai trouvé plusieurs dents de *Canis* et, parmi elles, trois exemplaires de carnassière inférieure du côté gauche. Elles indiquent un *Canis* de forte taille, un peu inférieure cependant à celle de notre grand Loup quaternaire. Ainsi, l'un de ces trois exemplaires de carnassière inférieure a 24 millimètres de longueur (les deux autres ne sont pas entiers, mais paraissent à peu près de la même grandeur), tandis que, d'après les pièces de ma collection, au nombre de vingt-neuf, la dimension correspondante varie, dans le Loup quaternaire, de 27 millimètres (grotte de Malarnaud, Ariège, fouilles de M. Bourret), à 33 millimètres (grotte du Placard, Charente).

L'une de mes carnassières de Montsaunés a la plus intérieure des deux pointes du talon tellement effacée que j'ai songé un moment que cette dent pouvait être de *Cuon*. J'ai cru devoir l'attri-

buer à un *Canis* parce que son autre pointe a la même forme que chez le Chien et le Loup.

Hyènes. — Le résultat le plus intéressant de mes nouvelles fouilles étant d'avoir montré que les restes d'Hyènes de Montsaunés (que je n'avais pu jusqu'ici déterminer spécifiquement) ne doivent pas être attribués à l'*Hyæna spelæa*, mais bien à des Hyènes du type de l'Hyène rayée, je crois devoir figurer quelques-uns des échantillons qui m'ont conduit à cette détermination.

HYÈNES DE MON TSAUNÉS



La dent 1 est une canine supérieure gauche. Je l'ai figurée suivant son bord antérieur. Comme dans l'Hyène rayée, le triangle d'émail situé à la base de la couronne est tout à fait sur le bord antérieur de la dent et sa grandeur est relativement considérable. Dans l'*Hyæna spelæa*, au contraire, ce triangle est sur la face intérieure de la dent et son importance est beaucoup moindre.

La dent 2 et 3 est une deuxième prémolaire supérieure gauche. Je l'ai figurée en plan et suivant sa face interne, avec une portion de sa gange. Comparée à la dent correspondante de l'*Hyæna spelæa*, elle présente les différences suivantes : Elle est très grande ; elle a une forme moins étalée transversalement ; en la regardant en plan, on voit que sa partie postérieure est terminée beaucoup plus obliquement ; la partie antérieure de sa crête est terminée intérieurement par une pointe. Ces différences avec l'*Hyæna spelæa* sont précisément celles qui tendent à distinguer cette dernière de l'Hyène rayée.

La dent 4 et 5 est une troisième prémolaire supérieure gauche. Je l'ai figurée en plan et suivant sa face interne. Elle est beaucoup moins haute que chez l'*Hyæna spelæa* ; ses ressauts antérieur et postérieur sont plus importants ; sa face intérieure, vue en plan, a une forme toute autre. En cela et dans tous ses autres détails, elle est identique (sauf la grandeur) avec la dent correspondante de l'Hyène rayée.

La dent 6 et 7 est la tuberculeuse droite vue en plan et suivant sa face postérieure. Si, comme je le pense, ce n'est pas une dent de lait, elle rappelle beaucoup l'Hyène rayée et, peut-être encore plus, l'Hyène brune.

Une troisième prémolaire inférieure droite que je n'ai pas figurée à cause de sa conservation imparfaite, diffère de la dent correspondante de l'*Hyæna spelæa*, mais ressemble complètement à celle de l'Hyène rayée.

Éléphant. — Je n'ai trouvé d'Éléphant qu'une molaire de lait : la seconde des trois que possèdent, en réalité, les Éléphants. C'est un germe qui n'avait pas encore servi. Le nombre de ses lames (talons compris) est de 7 seulement, ce qui tend à exclure l'*Elephas primigenius*.

Rhinocéros. — J'ai trouvé, à Montsaunés, vingt-sept molaires de Rhinocéros dont cinq inférieures et vingt-deux supérieures. Elles appartiennent à plusieurs individus de divers âges. Elles montrent que ce Rhinocéros est bien différent du tichorhine. Ce n'est d'ailleurs pas l'*etruscus* car, d'après Boyd Dawkins (*Proc. Geol. Soc.*, 8 jan. 1868), cette espèce possède un bourrelet d'émail ou tout au moins une ligne de tubercules, à la base des molaires, du côté externe aux inférieures et interne aux supérieures, tandis que j'ai constaté l'absence complète de ce caractère à mes vingt-sept molaires. Le Rhinocéros de Montsaunés est donc du type *Merckii*, Kaup.

Cheval. — Je n'ai trouvé de cheval qu'une molaire inférieure et la partie supérieure d'un métacarpien. Il me semble que la molaire ne possède aucun des caractères qui distinguent l'*Equus stenonis* de l'*Equus caballus*, d'après le tableau publié par M^{me} Marie Pavlow dans le *Bulletin de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou*, 1889, p. 688. L'extrémité supérieure du métacarpien a 57 millimètres de largeur, ce qui indique un Cheval fort.

Sanglier. — Les dents de Sanglier que j'ai recueillies à Montsaunés sont nombreuses. Parmi elles se trouvent plusieurs défenses de très grandes dimensions : ainsi, une défense inférieure mesure

78 millimètres de tour. C'est une particularité intéressante à noter car, en général, suivant la remarque de M. Albert Gaudry (*Mat. pour l'Hist. des temps quat.*, 1, 1876, p. 29), les Sangliers tertiaires et quaternaires ont des défenses plutôt petites.

J'ai trouvé une dernière arrière-molaire supérieure, et une dernière arrière-molaire inférieure. Leurs plus grandes longueur et largeur sont, en millimètres : Pour la supérieure, 40 et 22 ; pour l'inférieure, 40 et 19. Ces dimensions se rapprochent beaucoup de celles des dents correspondantes du Sanglier de la grotte de Lunel-Viel, gisement dont j'aurai à m'occuper plus loin.

Je n'ai trouvé, dans la grotte de Montsaunés, aucune trace de l'Homme.

Comparaison avec divers gisements du Midi de la France.

Bien que, grâce à mes études détaillées sur les faunes quaternaires du sud ouest de la France (études que j'ai publiées dans *Bul. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*) je sois en situation favorable pour comparer le gisement de Montsaunés avec les autres gisements de cette région, je n'en connais aucun qui puisse lui être assimilé. Dans aucun, en effet, l'on n'a trouvé de l'Hyène rayée. Cependant, les curieuses brèches que j'ai découvertes à Montoussé (Hautes Pyrénées), m'ont donné (avec des Marmottes qui ont sans doute creusé leurs terriers beaucoup plus tard), une faune rappelant, jusqu'à un certain point, celle de ma grotte de Montsaunés. J'y ai trouvé, en effet : un Ours qui diffère du *spelæus* en ce que la prémolaire postérieure de sa mandibule est aplatie latéralement et dépourvue de pointes latérales ; un *Canis* moins grand que le Loup quaternaire ; un Rhinocéros du type *Merckii* ; du Cheval ; un Sanglier (?) ; Cerf élaphe (abondant) ; Chevreuil ; Bison. Malheureusement je n'y ai pas trouvé de restes d'Hyènes : leur importance serait capitale pour décider si ces brèches sont contemporaines du gisement de Montsaunés (1).

(1) Voici une liste de gisements quaternaires du Sud-Ouest de la France, dont la faune comprend des animaux de climat chaud. On trouvera plus de détails sur ces gisements (et notamment la bibliographie de ceux qui n'étaient pas inédits) dans mes communications à la *Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse*, 1892 et 1893.

Grotte de Beaudéan (Hautes-Pyrénées) : *Rhinoceros Merckii*.

Brèches dans la carrière de Montoussé (Hautes-Pyrénées) : Ours (se rapprochant de l'*Ursus arctos* par la forme des dents et par la taille, mais en différant par les proportions bien plus lourdes de ses pattes), Lynx, *Canis*, Marmotte, Cheval, *Rhinoceros Merckii*, Cerf élaphe, Chevreuil moins élancé que l'actuel, Bison (une tête), etc.

Dans le Sud-Est de la France, la grotte de Lunel-Viel (Hérault) explorée, au commencement du siècle, par Marcel de Serres, a donné à ce savant une faune qui présente de grandes analogies avec celle de ma grotte de Montsaunés. On pourra s'en assurer par l'examen du tableau comparatif suivant où j'ai énuméré :

D'une part, les animaux que j'ai trouvés dans la grotte de Montsaunés, ainsi que je les ai définis dans la présente note.

D'autre part, les animaux découverts par Marcel de Serres dans la grotte de Lunel-Viel, ainsi qu'il résulte des publications suivantes :

1° Gervais : Zool. et Pal. Fr. 1839, complété et corrigé par Zool. et Pal. gén. 1867-69.

2° Lartet, *Annales des Sc. Nat., Zool.*, 5^e série, VIII, 1867, p. 177, mémoire qui m'a donné la détermination spécifique du Rhinocéros de Lunel-Viel.

3° Marcel de Serres, Dubrueil et Jeanjean, *Recherches sur les ossements humatiles des cavernes de Lunel-Viel*, 1839, ouvrage que j'ai pu consulter, grâce à l'obligeance de M. de Rouville, et où j'ai puisé les quelques renseignements que j'ai figurés entre parenthèses.

MONTSAUNÉS	LUNEL-VIEL
Magot voisin de celui de Gibraltar.	Ours qui ressemble à l' <i>Ursus spelæus</i>
Ours qui ressemble à l' <i>Ursus spelæus</i> , mais en diffère par la forme apla- tie de sa prémolare inférieure.	(mais on ne connaît pas sa pré- molare inférieure).
Blaireau.	Blaireau.
	Loutre.
	Putois.
	Loup.
<i>Canis</i> moins grand que le Loup qua- ternaire.	<i>Canis</i> moins grand que le Loup qua- ternaire.
	Renard.

Tranchée du chemin de fer, près de La Réole (Gironde) : *Elephas antiquus*.

Martignas, canton de Pessac (Gironde) : *Elephas antiquus*.

Le Gurd, près de Soulac (Gironde) : *Elephas* qui ressemble plus au *meridionalis* qu'à l'*antiquus*.

Tranchée du chemin de fer, à Laroque, commune de Bassens (Gironde) : *Hyæna spelæa*, Eléphant, Cheval, Anc, *Rhinoceros Merckii*, *Sus*, Cerf élaphe, Chevreuil, grand Bovidé.

Sablière de Tillou, près de Jarnac (Charente) : *Elephas antiquus* avec silex chelléens et moustériens.

Sablières de Saint-Amans-de-Graves (Charente) : *Elephas antiquus*, Cheval, Rhinocéros différent du tichorhine, Bovidé, Cerf, Hippopotame, avec silex chelléens et moustériens.

MONTSAUNÉS	LUNEL-VIEL
Hyène rayée, de grande taille.	Hyène rayée, de grande taille.
Hyène brune, de grande taille ?	Hyène brune, de grande taille
_____	<i>Felis spelæa.</i>
_____	Panthère.
_____	<i>Felis</i> voisin du Serval.
Chat.	Chat.
_____	Lièvre.
Lapin.	Lapin.
Castor.	Castor.
_____	Lérot.
Eléphant différent de l' <i>E. primigenius</i>	Eléphant (d'espèce indéterminable).
<i>Rhinoceros Merckii.</i>	<i>Rhinoceros Merckii.</i>
Cheval.	Cheval.
Sanglier à fortes défenses.	Sanglier (à fortes défenses) qui parait
	différer du <i>Sus scropha.</i>
Cerf qui parait être l'élaphe.	Cerf élaphe.
Autre Cerf ?	Cerf qui parait différer de l'élaphe.
Cervidé de la taille du Chevreuil.	_____
Grand Ruminant : Bovidé ?	Bovidé.
<i>Ovis ?</i> ou <i>Capra ?</i>	<i>Ovis.</i>
_____	Oiseaux.
_____	Tortue grecque.
_____	Crapaud.
_____	(Escargots).

Age des gisements de Montsaunés et de Lunel-Viel et considérations diverses

La présence d'Hyènes du type de l'Hyène rayée tend à rapprocher ces deux gisements de ceux du Pliocène supérieur. Mais, d'autre part, ni à Montsaunés, ni à Lunel-Viel, il n'a été trouvé de restes de *Machairodus*, ni de *Mastodonte*, ni de *Tapir*, ni d'*Antilope*, animaux que l'on rencontre encore dans le Pliocène supérieur de notre pays. En outre, l'Ours, le Rhinocéros et le Cheval de Montsaunés et de Lunel-Viel sont plus quaternaires que pliocènes. Je crois donc que ces deux gisements sont moins anciens que le Pliocène supérieur, c'est-à-dire qu'ils appartiennent aux débuts du Quaternaire.

Les faunes de ces deux gisements montrent que le climat du Midi de la France était alors un peu plus chaud que maintenant.

Les nombreux restes d'Ours, de Sanglier, de Cerf et d'un Rhinocéros du type *Merckii*, que j'ai recueillis à Montsaunés,



1a



1b



1c



2a



2b



3a



3b

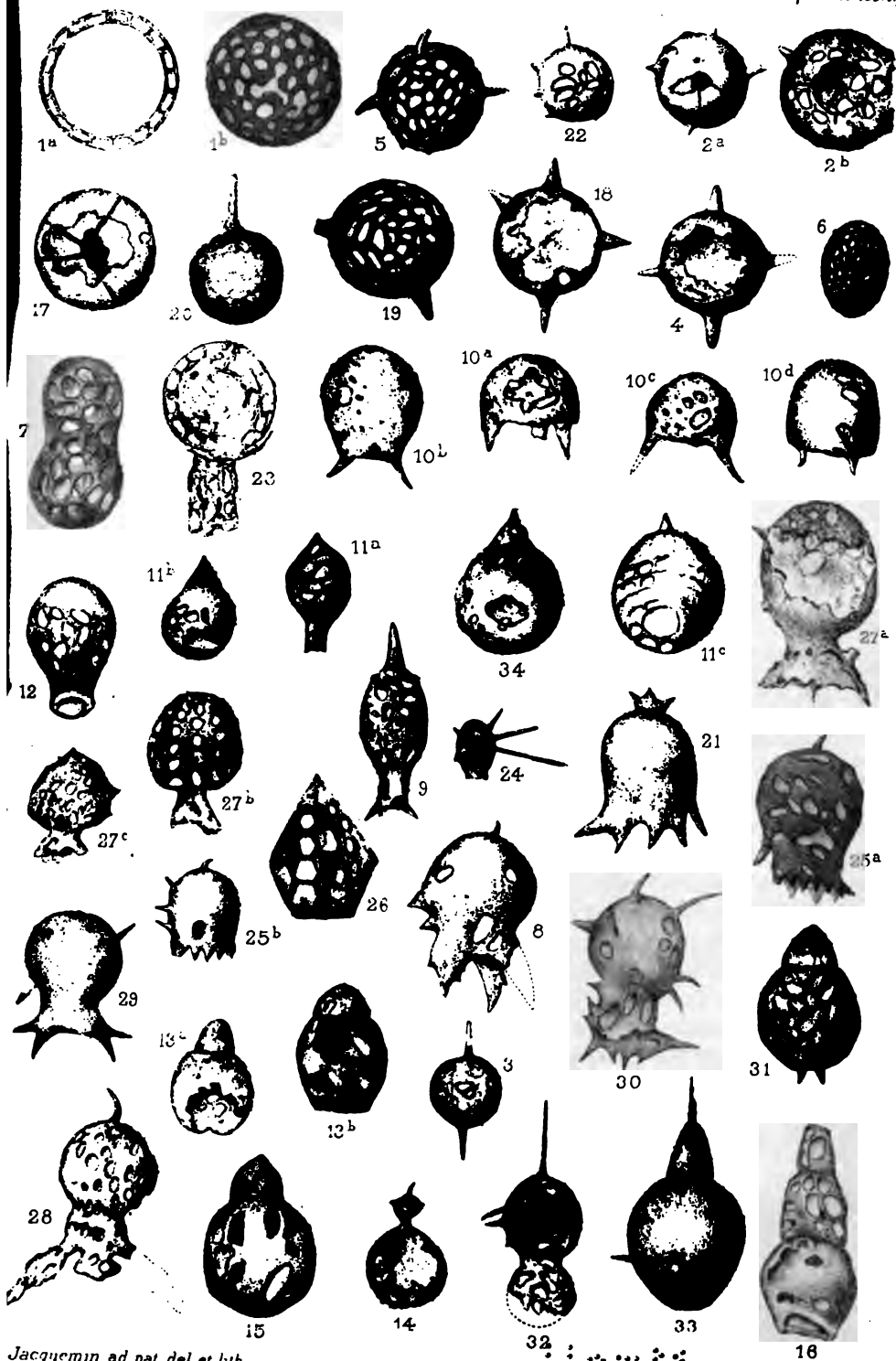


2c



3c

1864



8901

doivent faire supposer qu'il y avait alors, aux environs de cette grotte, de grandes surfaces couvertes d'arbres ou de broussailles, car, dans la nature actuelle, les animaux similaires préfèrent les bois aux espaces découverts.

Lartet, dans son mémoire célèbre « Sur la coexistence de l'Homme et des grands Mammifères fossiles » (*Ann. des Sc. Nat., zool.*, 4^e s., XV, 1861), a émis l'opinion que, pendant le Quaternaire, l'Hyène rayée d'Afrique s'est avancée, vers le nord, jusque sur le versant septentrional des Pyrénées. Lartet n'a cité aucun gisement. Il a peut-être voulu faire allusion à la grotte de Lunel-Viel ? Mais l'idée que la présence d'Hyènes rayées dans le Quaternaire du Midi de la France est due à l'invasion, du sud vers le nord, de l'Hyène rayée actuelle de l'Afrique, semble bien contestable. Pendant le Pliocène, notre pays a été habité par des faunes, à caractères asiatiques, comprenant des Hyènes du type de l'Hyène rayée. Il paraît donc naturel d'admettre que les Hyènes rayées de Lunel-Viel et de Montsaunés sont les descendants directs des Hyènes, de même type, qui habitaient la même région, peu auparavant, à la fin du Pliocène. Quoiqu'il en soit, si l'on devait désigner chacun des âges du Quaternaire par son animal le plus caractéristique, ainsi que l'a proposé Lartet dans le même mémoire, on pourrait, du moins pour le Midi de la France, désigner l'âge des gisements de Lunel-Viel et de Montsaunés par l'Hyène rayée.

SUR L'ÉOCÈNE DES PYRÉNÉES OCCIDENTALES,

par P. W. STUART-MENTEATH (1).

Dans ma dernière note (2) j'ai consigné le fait, que les couches supérieures de la côte d'Espagne, entre Fontarabie et Orrio, toujours classées dans le Crétacé, sont en réalité éocènes. Cette même formation suit jusqu'à Guetaria, et compose une large bande à travers presque toute la Biscaye, entre Guernica, Durango, et Bilbao, jusqu'au N.-O. de Portugaleta. Le vert du Crétacé est à remplacer par le jaune de l'Eocène sur une longueur de plus de 70 kilomètres et une largeur qui atteint cinq kilomètres sur plusieurs points. La série des couches se trouve ainsi rajeunie, de la même façon que j'ai dû rajeunir la zone centrale des Pyrénées occidentales en la figurant comme Crétacé supérieur entre Orsaurieta, Larrau, la Vallée d'Aspe, et les Eaux Bonnes, dans la carte des Basses Pyrénées que M. Carez m'a demandée en 1884 et qui a paru en 1886.

La classification subséquente et erronée de cette dernière zone dans le Cambrien est due à la ressemblance, que j'ai signalée en 1881, entre le Crétacé et le Dévonien des hautes cimes, et la méprise concernant la côte du Guipuzcoa provient de la circonstance que le *Flysch*, depuis la Catalogne jusqu'aux Basses-Pyrénées, est un *faciès* des couches tant éocènes que crétacées. Je l'ai déjà expliqué en 1881, en introduisant cette désignation provisoire, dont la meilleure justification est la confusion introduite par toutes les tentatives faites pour la remplacer par un sous-étage quelconque du bassin de Paris. Comme élément de comparaison, je profiterai ici d'une coupe à grande échelle de l'Eocène de Pau et Gan, accompagnée d'une série correspondante de fossiles que j'ai ramassés en 1883, sur la demande d'Hébert.

La situation de l'Eocène de la côte d'Espagne a été d'abord établie par des études purement stratigraphiques, qui m'ont prouvé que le calcaire rosé de Caseville, indiquant le sommet du Sénonien, forme l'extrémité de la Pointe Ste-Anne, située au S.-O., et que

(1) Communication faite à la séance du 21 Mai 1894; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 12 Juin 1894.

(2) *Compte rendu des Séances*, 7 mai 1894.

toute la série sénonienne de Bidart, qui pour moi représente la craie de Gosau ou de Glanerk, se retrouve dans le même promontoire, entre le sommet du calcaire rosé et le Flysch inférieur, qui paraît ici représenter surtout le Turonien. La continuité de ces couches avec celles de Fontarabie, Pasages et St-Sébastien m'a permis de constater l'identité de la série gréseuse de la côte avec l'Eocène moyen et supérieur de Biarritz et l'identité du *Flysch* de Caseville avec l'Eocène inférieur et probablement le Garumnien. La zone rouge qui contient du gypse à Caseville se retrouve au nord de Fontarabie et à l'ouest de Pasages, tantôt à 30, tantôt à 60 mètres [d'épaisseur] du calcaire rosé ; cette zone rouge, sans continuité, et présentant divers stades de métamorphisme, est évidemment le produit plus ou moins complet d'un même procédé ; mais ici il se présente dans une série visiblement normale de couches, dont les conglomérats, diaclases, plissements, fausses stratifications, petites failles remplies des matières broyées de leurs bords, et autres accidents, ont toujours la physionomie purement locale et sans signification générale qui les caractérise dans les régions du Flysch. L'absence de tout renversement, recouvrement, ou dislocation importante, est manifeste.

Les preuves paléontologiques indépendantes que j'ai jusqu'à présent recueillies consistent en un fragment d'*Inoceramus*, trois Echinides imparfaits, et des Eponges silicifiées trouvées à la pointe Sainte-Anne, immédiatement au-dessous du calcaire rosé ; plusieurs grands *Inoceramus Cuvieri* trouvés à la base du même système au sud de Pasages ; des *Ammonites* cf. *Neubergicus* trouvées dans les couches supérieures du même système à St-Sébastien ; un *Cyclolites* du Crétacé supérieur provenant du Flysch au sud d'Urrugue ; et des *Nummulites* et *Operculines* trouvés en examinant à la loupe la partie moyenne des grès éocènes de l'entrée du Port de Pasages. Ces grès ont 500 mètres d'épaisseur et passent insensiblement à l'Eocène inférieur, de 150 mètres d'épaisseur, qui repose sur le calcaire rosé. Cette série est inclinée de 15 à 25° vers le N.-O. à Fontarabie, et de 50° vers le nord à Pasages. Les fossiles, parfaitement caractérisés comme genres, sont difficiles à dégager, mais ressemblent suffisamment à *Nummulina variolaria* Sow., *N. Ramondi* Defr., et *Operculina ammonica* Leym. Les *Fucoides* du *Flysch* abondent partout où le faciès marneux domine, et j'ai même trouvé dans les couches les plus supérieures de l'Eocène du Cap Figuié un *Scolithia prisca* Quatref., dont le type est attribué, dans les traités de Paléontologie, au Crétacé de St-Sébastien, mais doit provenir des carrières de

calcaire à silex, du *Flysch* ressemblant à celui de St-Jean de Luz, qui se trouvent dans l'Eocène inférieur du Monte Ulia, immédiatement au-dessous du grès de Pasages. Ce grès, travaillé à la scie, a doué d'un caractère tout parisien la nouvelle ville de St-Sébastien, et a approximativement le même âge que le Calcaire grossier. Sa partie supérieure, à part la rareté des fossiles, reproduit exactement la roche de l'Eocène supérieur de Biarritz, en composition, accidents ferrugineux, et décomposition caractéristique. En Biscaye, cette formation éocène est bien étudiée par M. A. de Yarza, et classée avec doute, ainsi que celle de Guipuzcoa, dans le Sénonien, l'absence de fossiles ayant parfaitement justifié sa réserve. Le même géologue a classé mon *Flysch* inférieur dans le Cénomanién, en 1884, et a été suivi en cela par M. Seunes.

Au sud de Pau, où l'on ne connaissait que le petit affleurement de Bos d'Arros, j'ai pu donner à l'Eocène une extension considérable, figurée dans la carte de MM. Carez et Vasseur de 1886. M. Seunes a ajouté le prolongement vers Sauveterre, déjà indiqué par Dufrénoy et Raubin. Mais pour une carte géologique de France je n'ai pas cru devoir introduire la classification du Poudingue de Palassou dans le Miocène, « vers l'horizon du Grès de Fontainebleau, » que j'avais proposée en 1866 (Bull. Soc. Ramond) alors que, élève de Ramsay, je me consacrais à l'étude des phénomènes glaciaires des Pyrénées. Cette classification me paraît cependant confirmée par le progrès des recherches, surtout en Espagne, et l'intervention des glaces flottantes, que j'avais invoquée à Pau pour expliquer la présence de gros blocs peu roulés à 15 kilomètres de leur point d'origine me paraît confirmée par les blocs plus considérables du Montserrat (1). J'avais constaté que les phénomènes glaciaires du diluvium disparaissent et se transforment vers l'Océan ; mais la disparition du Poudingue de Palassou à l'ouest de Castagnede, où il est encore très grossier et très en vue, ne me paraît pas justifier la supposition que ce poudingue puisse représenter la partie supérieure, composée de matières fines et richement fossilifères, de la série éocène de Biarritz. La discordance que je trouvais, entre le Poudingue de Palassou et l'Eocène est exagérée dans la coupe de M. Seunes (Bull. 2^e S. T. XVI, p. 782), mais elle

(1) Pouech, dans une étude admirable, a plutôt attaqué les exagérations de ceux qui ont repris mes résultats : n'ayant pas remarqué que je n'avais nullement parlé de *moraines* et que, sous la désignation de Poudingue de Palassou, je discutais la formation que Palassou avait décrite entre Pau et Sauveterre, et non pas toutes les couches auxquelles on a plus tard appliqué le même nom.

existe. La fréquence d'une variété de l'*Ostrea vesicularis* à 20 mètres au-dessous du Poudingue à Gau et un peu plus bas dans la série de Biarritz, confirme cette manière de voir. La comparaison entre la série de Biarritz et celle de Gan doit exclure le chapeau de poudingue. Dans ces conditions, on trouve pour la série éocène des deux localités une épaisseur approximative de 700 mètres, celle de Biarritz ayant été notablement exagérée. Au sommet se trouvent les couches gréseuses et ferrugineuses, pétries de Nummulites, de l'Eocène supérieur ; au milieu, les marnes à *Serpula spirulea* de la Cote des Basques présentent une épaisseur approximative de 450 mètres ; et à la base, des couches variées, à pattes de Crabes, paraissent en discordance sur le calcaire rosé dans la série de Gan, et reposent, à Biarritz, sur les glaises bigarrées et gypsifères de Mouligna. La faune de Bos d'Arros se trouve, à Gan, plus près du sommet des couches éocènes visibles, qu'elle ne se trouve à Biarritz. L'Eocène supérieur présente à Biarritz une épaisseur plus considérable qu'à Gan, probablement par suite de la transgressivité du Poudingue de Palassou dans cette dernière localité.

Or, à Mouligna, la couche qui est en contact avec les glaises gypsifères est pétrie de *Nummulina perforata* E. et H., et elle est évidemment antérieure à la production de ce gypse. Le *Flysch* de Caseville est ce qui fait suite à cette base de l'Eocène moyen. La stratification de ce *Flysch* est bien représentée dans la coupe de M. Jacquot, mais la faille indiquée entre ce *Flysch* et le calcaire rosé est, comme M. Jacquot a eu soin d'expliquer, entièrement théorique. En écartant cette faille théorique, la situation du *Flysch* de Caseville devient clairement normale, entre l'Eocène moyen et le calcaire rosé, et correspond à la position que ce même *Flysch* présente clairement entre Fontarabie et St-Sébastien où M. Jacquot ne soupçonnait pas sa présence. Les zones rouges rentrent dans la catégorie des glaises gypsifères que j'ai signalées à Croix d'Ahetze, où elles forment une croûte à la surface presque horizontale d'un calcaire qui est un élément caractéristique du *Flysch* entre St-Jean de Luz et Ahetze. J'ai trouvé il y a bien des années des croûtes analogues dans une autre carrière du *Flysch* que je n'ai pas pu retrouver. Il convient d'ajouter que les fragments et boules d'ophite que l'on trouve dans les glaises de Mouligna et Caseville présentent plutôt la structure de diabase ophitique des masses considérables que celle de porphyrite à très petits microlithes qui caractérise habituellement les minces injections de cette roche. Cependant, des galets et même des blocs d'ophite sont souvent jetés sur la plage

entre Mouligna et Ste Anne. Le Flysch de St-Jean-de-Luz contient d'ailleurs des blocs de pegmatite.

M. Seunes a publié trois coupes de Caseville, les plus détaillées et les mieux soignées de tout son travail. Ce qu'il a ajouté à la coupe de M. Jacquot est purement théorique. Il a ainsi représenté en anticlinal, la disposition du *Flysch*, par suite de la présence d'un plissement insignifiant qui est situé, non pas au milieu, mais à dix mètres de l'affleurement nord de ce Flysch, lequel est régulièrement et assez faiblement incliné vers le nord, comme dans la coupe de M. Jacquot.

Ce *Flysch* de Caseville, Fontarabie et St-Sébastien, représente nécessairement l'Eocène inférieur et probablement le Garumnien. Les zones rouges, séparées du calcaire rosé par 25 à 60 mètres de Flysch et sans continuité absolue, se trouvent probablement dans ce dernier horizon de passage. Les couches classées par M. Seunes à l'est de la Nive, dans l'Eocène inférieur, sont le prolongement de ce Flysch, et la discordance apparente entre l'Eocène et le Sénonien disparaît ou devient locale et accidentelle. Les couches classées par M. Gorceix d'abord dans l'Eocène et plus tard dans le Sénonien, à l'est de Caseville, rentrent dans l'Eocène et forment la continuation du même *Flysch*. M. Gorceix a surtout constaté que la zone salifère de Briscous, représentée par M. Seunes comme un anticlinal de Trias, est en réalité un synclinal de Sénonien fossilifère. Il est important de faire remarquer que M. Seunes, en affirmant que son Danien supérieur correspond à l'étage gypso-salifère de MM. Crouzet et de Freycinet, a attribué à ces auteurs une opinion dont ils ont nettement exprimé le contraire. Leur classification, appliquée par MM. Jacquot et Raulin dans la carte géologique des Landes, et discutée par M. Jacquot dans sa description de Bidart, est bien différente. Le même procédé de réforme, appliqué par M. Seunes aux autres géologues du pays, a retardé l'appréciation des questions de faits.

En Navarre, la faune de Bidart à *Micraster aturicus* Hébert se présente à la base du Flysch, accolée au Cénomanien au lieu d'occuper, comme à Bidart, un niveau plus élevé dans le *Flysch*.

ENVIRONS DE SIMANDRE (Ain),

par M. TARDY (1).

En parcourant la région de Simandre, que j'habite maintenant, et qui est à la limite sud de la feuille de Saint-Claude, exécutée par M. l'abbé Bourgeat, j'ai observé divers faits nouveaux, car ils me semblent n'avoir pas été signalés par les explorateurs de cette partie du département de l'Ain.

FAILLES. — La commune et la gare de Simandre sont situées dans la vallée du Suran, rivière qui coule parallèlement à la rivière d'Ain, du nord au sud. Cette rivière tombe dans l'Ain, en aval du Pont d'Ain, sans pénétrer au milieu des couches pliocènes et quaternaires de la Bresse.

La présence dans la vallée de l'Ain, à Oussiat, d'une dent de *Dinotherium giganteum*, prouve, ainsi que les alluvions qui la renfermaient, que cette vallée existait déjà à cette époque, en amont de son confluent avec le Suran.

La chaîne du Jura était donc déjà à cette époque presque achevée. J'ai montré cependant que les cluses transversales du Jura étaient d'un âge plus récent, quaternaire, mais postérieures à la dernière grande extension des glaciers des Alpes sur le Jura, puisqu'on ne trouve pas de cailloux glaciaires dans ces cluses à Nantua et à Thenay. Néanmoins la présence, dans la gorge de Thenay, de l'*Elephas primigenius*, prouve que l'ouverture de ces cluses date du milieu du Quaternaire. L'étude des terrasses quaternaires permet quelquefois de fixer leur âge d'ouverture avec plus de précision.

Quant aux failles N. 75° E., qui ont découpé le Pliocène, de la Bresse au Sahara, leur direction aligne la gorge de Sélignat, qui, en réalité, est une cluse ouverte dans la chaîne d'Arnans et de Grand-Corent. Cette chaîne est contiguë au plateau de Corveissiat et n'en est séparée que par des failles dans le fond de la gorge et vers la chartreuse de Sélignat.

Les sinuosités de la gorge sont une preuve de l'âge relativement

(1) Communication faite dans la séance du 4 Juin 1894; manuscrit remis le 30 Mai. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 14 Juin 1894.

récent de cette cassure qui se prolonge à une assez grande distance. Je rappellerai que ces failles sont immédiatement antérieures à l'homme et postérieures à l'ouverture des grandes cluses du Jura.

On voit ainsi par cette stratigraphie détaillée du Quaternaire, que cette époque fut assez longue et aussi tourmentée que les autres époques géologiques.

L'action de ces failles, N. 75° E., sur des chaînes déjà fortement plissées et très résistantes, prouve que ces failles, qui sont d'âge quaternaire assez récent, intéressent les couches les plus anciennes de l'écorce terrestre.

En faisant ainsi l'étude chronologique des failles du Jura, on voit que si les failles N. 75° E., sont de la fin du Quaternaire et postérieures aux cluses qui cependant n'ont été ouvertes que pendant le Quaternaire, le Jura a subi trois autres accidents antérieurs. Le plus ancien est un système de failles et ondulations transversales, très analogues aux failles de N. 75° E. ; le second est formé de failles et de plis presque nord-sud, et le troisième constitue la chaîne dans sa direction actuelle. Chacun de ces accidents a un âge assez bien limité.

Les cluses du Jura sont pour ainsi dire rayonnantes, leurs directions, prolongées, convergent vers un centre, situé en Piémont, à l'intérieur du cirque des Alpes.

Prolongées à l'ouest du Jura, les directions des cluses de la montagne jalonnent à travers la Bresse les points où les marnes pliocènes ont complètement perdu leur stabilité, par suite de nombreuses fissures qui les découpent en diverses directions.

Outre ces divers systèmes de cassures, j'ai déjà signalé, à la Société, une poussée subie par la chaîne du Jura, à la fin de l'époque helvétique. Ce mouvement qui porte la chaîne vers la Bresse, n'a pas eu d'influence sur les assises pliocènes et doit pour cette raison être antérieur au Pliocène. Il prouve l'existence d'un âge assez étendu entre l'Helvétien et le Pliocène lacustre de la Bresse.

La formation de la chaîne du Jura avec ses directions actuelles est postérieure au Crétacé, puisque la craie blanche elle-même est comprise dans les plis de la chaîne, soit à Lains, soit au lac Genin, soit à Leyssard, soit à Challes, soit aussi au Mont Nivigne ou à Corveissiat, où l'on trouve les silex de la craie à la surface du sol, abandonnés sur des sommets élevés. Ces silex, cantonnés sur des espaces restreints, ne ressemblent pas à des alluvions ; ils sont seuls, sans sable, sans aucun mélange d'autres roches, et n'ont subi

aucun transport. Ils semblent donc être le résidu de la désagrégation sur place, des couches de la craie blanche.

La formation définitive de nos chaînes du Jura est donc postérieure au Crétacé blanc supérieur ; mais elle est antérieure aux mollasses, au moins dans la partie occidentale.

Dans la partie orientale, les divers dépôts de mollasses marines, situés à de très hautes altitudes, prouvent que cette partie de la chaîne est postérieure à l'Helvétien. Mais ce mouvement peut n'être que la cause de la poussée, subie par la chaîne occidentale, refoulée sur la Bresse, ainsi que je l'ai dit plus haut (1).

En travers des chaînes et des vallées actuelles du Jura, on observe des plis, souvent très comprimés, qui sont orientés presque nord-sud. Ces plis se poursuivent sur de très grandes étendues et traversent plusieurs chaînes et les vallées qui les séparent, sans se dévier. Cette circonstance indique que ces plis sont anciens et antérieurs à la formation des vallées actuelles. Leur âge est toutefois difficile à préciser.

Je ferai observer cependant que jusqu'ici les dépôts connus de la craie blanche s'alignent entre eux sur des directions nord-sud, ce qui pourrait indiquer que la craie blanche est d'un âge postérieur aux plis nord-sud.

Il convient de remarquer que la limite du Jura est à l'ouest, du côté de la Bresse, formée par une ligne sinueuse dont la direction générale est nord 6° est. Les plis des rochers portlandiens de la gare de Simandre, qui se poursuivent au nord et au sud, sont de même alignés N. 3° E.. Au Moulin de Tournesac et au gué de Banchin, le Crétacé inférieur est plissé dans une direction N. 6° E. Ces plis N.-S. sont donc postérieurs aux couches du Crétacé inférieur. Valangien, Hauterivien, Urgonien.

Un autre accident qui est marqué par quelques failles, mais surtout par des ondulations du rocher, donne une direction générale N. 104° E. Ces ondulations semblent postérieures aux couches urgoniennes visibles à Banchin, dans le lit du Suran, à un kilomètre au nord de la gare de Simandre, de chaque côté du pli N.-S. des couches valangiennes; mais jusqu'ici, je n'ai pu fixer exactement l'âge relatif des plis N.-S., et des ondulations E.-O.; néanmoins on peut considérer que les plis nord-sud sont très probablement plus récents que les plis, moins comprimés, E.-O.

(1) A Simandre-sur-Suran, on appelle mollasses, des bancs de roches tendres sableuses qui sont intercalés par *lits* dans les assises du Portlandien; mais je parle ici des mollasses de l'Helvétien.

TERRAINS. — Dans les environs de Simandre, sous le bois des Feuilles, on a mis au jour en 1893, les cailloux striés d'une moraine ; au-dessus de ce dépôt, on voit des alluvions qui sont recouvertes par le limon jaune rougeâtre qui constitue le sol labourable de la vallée. Il en résulte que les alluvions doivent être quaternaires et comprises entre la fin de cet âge et les moraines de la plus grande extension des glaciers.

D'après la distribution des roches erratiques, on voit que les glaciers qui ont formé cette moraine devaient descendre du nord, venir de la vallée d'amont du Suran et être l'extrémité sud d'un glacier alpin de l'époque de la plus grande extension.

En effet, en remontant la vallée, on voit le nombre des cailloux alpins se multiplier et leurs variétés augmenter aussi. Avec ces blocs alpins dont quelques-uns ont vingt-cinq centimètres en tous sens, on trouve de nombreux cailloux à peine roulés de grès durs. La plupart de ces blocs de grès n'ont que leurs arêtes émoussées ; quelques-uns cependant sont mieux roulés. L'un de ces derniers est considéré par MM. Jacquemin et Tournier comme un grès triasique du Jura ou du Mâconnais. Mais les autres grès qui sont encore anguleux, plus compactes et plus blancs que ceux qui sont roulés, me paraissent représenter les mollasses, parce qu'on les trouve à la surface du Jurassique supérieur, dans une région où les glaciers n'ont jamais dû pénétrer et où leurs torrents n'auraient amené que des cailloux roulés de faibles dimensions.

Cette région, exempte de dépôts de glaciers, comprend toute la vallée du Suran en aval des Feuilles, jusqu'à la Tour de Fromente, où l'on retrouve les dépôts glaciaires venus des Alpes par le sud du Jura. Tandis que la moraine des Feuilles était formée par des glaciers qui, descendant du Nord du Jura, devaient avoir pénétré dans cette chaîne, par les cols qui environnent Pontarlier, ainsi que M. E. Benoit nous l'avait indiqué dans une de ses dernières notes, les glaciers du Sud avaient pénétré dans la chaîne du Jura par la vallée du Rhône.

Dans cette vallée du Suran, entre Fromente et les Feuilles, vers Bohas, Noblens, etc., on recueille depuis fort longtemps des blocs anguleux de grès dur et blanc, employés pour les foyers. Ces blocs ne pouvant venir des dépôts glaciaires, sont plus récents que le sol qui les supporte, c'est-à-dire postérieurs au Néocomien. Or, on ne connaît dans le Jura que les grès helvétiques qui offrent quelques analogies, dans ces limites d'âge, avec les grès dont je viens de parler ; c'est pourquoi je les considère comme des témoins de

l'époque des mollasses, quoiqu'ils n'aient fourni jusqu'ici aucun fossile.

Au dessous de l'Helvétien, on voit, sur le bord de la Bresse, des couches lacustres à *Helix Ramondi* et des dépôts sidérolitiques. Rien ne rappelle auprès de Simandre ces diverses formations sauf toutefois des minerais de fer erratiques.

Quant aux assises postérieures à l'Helvétien, on ne voit, pouvant leur être rapportés, que des sables argileux, formant un dépôt entre Banchin et l'entrée de la gorge de Sélignat.

Dans une ramification de la gorge de Sélignat qui conduit à Arnans, une fouille de cinq mètres a permis de voir que toutes mes publications sur le Quaternaire et les dépôts plus récents avaient leur raison d'être. Au-dessous de la surface du sol, on peut y compter autant de couches distinctes, qu'il y a de civilisations modernes, historiques et préhistoriques, et ensuite au-dessous d'une couche très ocreuse, limitant certainement les formations quaternaires, on voit trois banes de débris stratifiés, correspondant aux trois terrasses de dix, vingt et quarante mètres, qui peuvent se trouver en ce point, étant donné la hauteur du vallon et l'âge d'ouverture de la gorge que j'ai indiqué ci-dessus. Ces divers éléments qui cadrent ici, très exactement entre eux, prouvent le bien fondé de ma division du Quaternaire en terrasses successives.

Enfin, dernièrement, à l'occasion d'une excursion de la Société des Sciences Naturelles de Bourg, nous avons vu, M. l'abbé Tournier et moi, le Purbeck fossilifère, à l'entrée de la gorge de Sélignat.

SUR L'AGE DES DÉPOTS HOUILLEERS DE COMMENTRY,

par **M. R. ZEILLER** (1).

Dans son bel ouvrage sur la *Flore carbonifère du département de la Loire*, publié en 1877, M. Grand'Eury, après avoir étudié les modifications successives que subit la flore de l'un à l'autre des différents faisceaux de couches du bassin de Rive-de-Gier et de Saint-Etienne, a appliqué les résultats de cette étude à la détermination des niveaux relatifs des divers bassins du Centre de la France, en indiquant auquel des étages établis par lui chacun d'eux lui a paru devoir être rapporté. Ces étages sont, comme on sait, l'étage de Rive-de-Gier, l'étage des Cévennes, l'étage des Cordaîtées commençant dans la Loire avec les couches de Saint-Chamond et comprenant les couches inférieures de Saint-Etienne jusqu'à la 13^e inclusivement (2), l'étage des Filicacées représenté par les couches moyennes et une partie des couches supérieures de Saint-Etienne, c'est-à-dire allant de la 12^e jusqu'à celle des Rochettes, et enfin l'étage des Calamodendrées, correspondant à la série d'Avaize, ou mieux encore aux couches de Saint-Bérain et de Decazeville (3).

De l'examen de la flore respective des différentes couches du bassin de Commentry, M. Grand'Eury a conclu que, si la couche inférieure du Marais paraissait « se relier aux couches moyennes et peut-être déjà assez inférieures du système stéphanois », par contre, la couche moyenne (Grande Couche) et les couches supérieures (couches des Grès noirs et des Pourrats) devaient être parallélisées avec « la couche de Decazeville, le faisceau moyen de Decize et les couches supérieures de Saint-Etienne » ; il indiquait, d'autre part, ce faisceau moyen de Decize comme pouvant « correspondre au groupe de la 3^e à Saint-Etienne, tout en se rattachant à la série d'Avaize ». Il a, en fin de compte, dans son résumé général, rangé ces couches de Commentry dans son étage des Filicacées (4), mais la comparaison qu'il en fait avec les couches

(1) Communication faite à la séance du 4 Juin 1894 ; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 26 Juin 1894.

(2) GRAND'EURY, *Flore carb. du dép. de la Loire et du Centre de la France*, p. 502.

(3) Ibid., p. 499, 537.

(4) Ibid., p. 523, 521, 537.

moyennes de Decize et avec les couches supérieures de Saint-Etienne montre qu'il les regarde comme appartenant à la portion la plus élevée de cet étage. Il les a même, à un certain moment, placées plus haut encore, car il dit expressément, en parlant du bassin de l'Aveyron (1), que les caractères de la flore « le portent à rapporter le terrain de Decazeville à l'étage des Calamodendrées, et à le mettre en étroit rapport d'âge avec le bassin de Commentry, la série des couches d'Avaize (Saint-Etienne), le faisceau de Saint-Bérain, entre lesquels il y a des analogies complètes ; cela ne me laisse, » ajoute-t-il, « pas le moindre doute. »

Nous n'avons fait, comme nous l'avons dit, M. B. Renault et moi (2), que confirmer cette dernière conclusion lorsque nous avons été amenés à notre tour, en 1890, par l'étude détaillée de la flore houillère de Commentry, à rapporter à l'étage des Calamodendrées les couches de ce bassin, tout au moins celles de sa région moyenne et supérieure.

Depuis lors, l'exactitude de cette détermination de niveau, que venaient cependant corroborer les résultats fournis par l'examen de la faune ichthyologique, a été plus ou moins formellement révoquée en doute par quelques auteurs, mais dans des sens très opposés : MM. F. von Sandberger, H. Potonié, J. T. Sterzel, se sont demandé si la flore de Commentry n'était pas plutôt permienne que houillère, tandis que M. A. Julien a conclu, plus récemment, que nous avions placé ce bassin beaucoup trop haut, et que, loin d'appartenir à l'étage des Calamodendrées, il ne pouvait même pas être rapporté à celui des Filicacées.

La question soulevée par les savants paléontologistes allemands que je viens de citer est, en réalité, plutôt générale que locale, et touche moins au niveau relatif des couches de Commentry par rapport à celles du bassin de la Loire, qu'à la fixation de la limite entre le Houiller et le Permien. Aussi me paraît-elle, en raison même de l'intérêt général qu'elle présente, mériter d'être examinée et discutée ; mais il est nécessaire, pour l'aborder utilement, de bien établir au préalable l'âge des couches de Commentry comparativement à celles de Saint-Etienne, qui constituent le type même du Stéphanien, et par conséquent d'étudier de près les objections de M. Julien, que je vais en conséquence commencer par résumer.

(1) GRAND'EURY, loc. cit., p. 532.

(2) B. RENAULT et R. ZEILLER, *Etudes sur le terrain houiller de Commentry, Flore fossile*, 3^{me} partie, p. 722.

Après avoir annoncé, dans une première note (1), qu'il a reconnu pour des dépôts morainiques les brèches de la Fouillouse et du Mont-Crépon dans la Loire, ainsi que plusieurs autres brèches houillères de la France centrale, notamment celle des Chavais à Commentry, M. Julien rapporte l'apparition des glaciers qui ont formé ces dépôts, à la création, au début de la période houillère supérieure, de massifs alpestres faisant partie de la chaîne hercynienne de M. Marcel Bertrand (2), et il constate que le maximum de ces dépôts glaciaires, dans le bassin de la Loire, correspond, « dans la classification de M. Grand'Eury, au temps écoulé entre la zone des Sigillaires » (*sic* : l'étage de Rive-de-Gier, sans doute) « et celle des Cordaîtées ». Or « c'est à ce niveau exact », ajoute-t-il, que se rencontrent les énormes brèches d'Épinac, de Blanzay, de Brassac et Langeac, de Commentry; « le maximum de puissance des glaciers houillers s'est donc produit à la même époque dans ces divers bassins », d'où l'auteur conclut que tous ces bassins sont synchroniques, et que désormais ce puissant niveau stérile, cette barre glaciaire, peut être substitué « aux zones végétales établies par les magnifiques travaux botaniques de M. Grand'Eury pour la classification du terrain houiller supérieur de la France centrale ». Mais aussitôt après cette constatation de synchronisme, qu'il avait semblé déduire de ce que ces brèches se trouveraient partout « entre la zone des Sigillaires et celle des Cordaîtées », M. Julien révoque en doute la valeur stratigraphique de ces zones végétales, qui est, dit-il, purement empirique, leur succession ne pouvant « s'expliquer au point de vue philosophique, par l'évolution, car on ne conçoit pas la possibilité de transformer une Sigillaire en Cordaîtée, celle-ci en Fougère, et une Fougère en Calamodendron. » Ces zones ne peuvent donc, suivant lui, « être mises en balance, comme criterium chronologique, avec un horizon glaciaire de cette importance, évidemment synchronique dans tous les bassins d'une région aussi peu étendue que le Plateau Central. » Aussi M. Julien n'hésite-t-il pas, en terminant cette deuxième note, à se mettre en contradiction complète avec la classification de M. Grand'Eury, sur laquelle il avait paru tout d'abord s'appuyer, et à paralléliser, notamment, les couches du Colombier et du Marais à Commentry, avec l'étage

(1) A. JULIEN, Sur l'origine glaciaire des brèches des bassins houillers de la France centrale (*C. R. Acad. Sc.*, CXVII, p. 255-257, 24 juillet 1893).

(2) A. JULIEN, Sur la géogénie et la stratigraphie des bassins houillers de la France centrale (*C. R. Acad. Sc.*, CXVII, p. 344-346, 21 août 1893).

de Rive-de-Gier, et la Grande Couche du même bassin, malgré sa faible épaisseur de 25 mètres au plus, avec « les trois zones de Saint-Étienne » réunies, c'est-à-dire avec un ensemble de dépôts d'une puissance totale de près de 1500 mètres (1).

Je ne puis, avant d'aller plus loin, m'empêcher d'exprimer mon étonnement de voir ainsi subordonner la valeur de caractères paléontologiques, c'est-à-dire de faits d'observation, à l'explication que peut en donner la théorie de l'évolution, comme si nous étions en droit de ne croire aux faits que lorsque nous comprenons, ou que nous croyons comprendre leur raison d'être ! Est-il besoin de dire que les termes choisis par M. Grand'Eury pour désigner les divers étages distingués par lui ne sont que des dénominations arbitraires et que les noms d'étages des Cordaïtes, des Filicacées, des Calamodendrées, n'ont pas plus la prétention d'impliquer une idée d'évolution que ceux d'étage de Rive-de-Gier et d'étage des Cévennes, pas plus d'ailleurs que les termes d'Astartien, de Ptéro-cérien et de Virgulien, qui n'ont jamais, que je sache, été considérés par personne comme impliquant l'idée d'une transformation successive des Astartes en Ptéro-cères, et des Ptéro-cères en Virgules ? Il y a là, d'autre part, une pétition de principes manifeste : ou le synchronisme de ces dépôts glaciaires se déduit des observations paléobotaniques, et il ne peut alors être admis comme général que si ces observations donnent partout un résultat concordant, ou bien il est évident a priori, et il est inutile, dans ce cas, d'invoquer, pour l'établir, la place que les dits dépôts occupent dans la série des étages de M. Grand'Eury ; mais il est clair, s'il y a discordance, que les deux systèmes d'arguments s'excluent, et qu'on ne peut partir de l'un pour aboutir à l'autre.

Au surplus, si M. Julien, après s'être appuyé sur les caractères de la flore, a contesté ensuite la valeur de ces caractères, il a, dans une troisième note (2), cherché à établir qu'il y avait, en réalité, parfait accord entre les résultats qu'on peut déduire de l'étude des plantes fossiles et la classification à laquelle le conduit l'hypothèse du synchronisme de ses brèches glaciaires : le désaccord qui semble exister pour Commentry provient uniquement en effet, à son avis, de ce que nous avons, M. Renault et moi, « singulièrement méconnu l'âge de ce bassin. » Il a, dit-il, dressé un

(1) L. GRUNER, Bassin houiller de la Loire, I, p. 215-234.

(2) A. JULIEN, Sur le synchronisme des bassins houillers de Commentry et de Saint-Etienne et sur les conséquences qui en découlent (*C. R. Acad. Sc.*, CXVIII, p. 155-158, 15 janvier 1894).

tableau complet de la flore de chacun des neuf étages dans lesquels M. Grand'Eury a subdivisé le bassin de Saint-Etienne; il a de même relevé, pour Commentry, la composition de la flore de chacun des groupes suivants : le toit de la Grande Couche; les schistes intercalés dans la deuxième couche; le banc des Roseaux; le banc de l'Ouest, qu'il regarde comme remplaçant à l'Ouest le banc des Roseaux, bien qu'en fait il n'occupe pas le même niveau, et enfin le mur de la Grande Couche. Il a comparé successivement ces divers groupes avec chacun des étages de Saint-Etienne, et a déterminé dans chaque cas le nombre des espèces communes, ce qui l'a conduit à assimiler respectivement chaque groupe de Commentry à celui des étages stéphanois pour lequel ce nombre d'espèces communes se trouvait le plus élevé. Voici, à titre d'exemple, comment M. Julien établit la comparaison pour le banc des Roseaux :

« Le banc des Roseaux correspond exactement aux couches allant de la XIII^e à l'horizon siliceux de Grand-Croix. Le maximum des analogies est avec l'étage intermédiaire et celui des Cordaïtées de Saint-Chamond. Les 36 espèces qu'il a de communes avec Saint-Etienne se répartissent ainsi : 7 dans la série d'Avaize et la couche des Rochettes, 14 dans l'étage de la I^{re} à la VII^e, 11 dans la VIII^e, 10 dans la série de IX à XII. Si l'on envisage toute la série des couches de I à XII, c'est-à-dire tout l'étage moyen de Saint-Etienne, le chiffre des plantes communes est de 16 ; 11 se trouvent dans les couches de XIII à XVI, 12 dans l'étage des grattes, 19 dans le conglomérat proprement dit ; 16 dans Rive-de-Gier, ou encore, si nous considérons l'épaisseur comprise entre Rive-de-Gier et le sommet des grattes, nous obtenons 31 espèces communes. C'est dans le banc des Roseaux, qui n'a que 2 espèces communes avec le toit, que se rencontrent la plupart des graines de l'horizon siliceux de Grand-Croix.... »

En fin de compte, il arrive à assimiler le toit de la Grande Couche, de même que les schistes intercalés dans la deuxième couche, avec la série allant de la 12^e couche de Saint-Etienne à celle des Rochettes, c'est-à-dire avec l'étage des Filicacées; il cite notamment, comme espèces caractéristiques de ce niveau : *Zygopteris pinnata*, *Odontopteris minor*, *Od. genuina*, *Dictyopteris Brongniarti*, *Dict. Schützei*, *Teniopteris jejunata*.

Le banc des Roseaux correspond à lui seul, pour M. Julien, ainsi qu'on vient de le voir, à la fois à l'étage des Cordaïtées et à l'étage intermédiaire, lequel représente à Saint-Etienne l'étage des Cévennes; c'est, dit-il, le gisement des *Dicranophyllum*, d'une

grande quantité de Cordaïtées et de Sphénoptéridées, du *Pecopteris arborescens*, du *Lepidodendron Beaumontianum*, du *Lep. Jaraczewskii*, du *Calamodendron striatum*, du *Pecopteris integra*, ainsi que « de beaucoup d'espèces nouvelles dont les affinités sont avec des plantes du houiller moyen » et qu'il s'abstient malheureusement de citer. C'est incontestablement, suivant lui, « une flore plus ancienne que celle du toit et qui s'oppose absolument à la fixation de l'âge de Commentry soit dans l'étage des Fougères, soit, à plus forte raison, dans l'étage des Calamodendrées. »

Quant au banc de l'Ouest, « les espèces communes qu'il offre avec le banc des Roseaux le mettent au même niveau stratigraphique que ce dernier », et son caractère d'ancienneté est établi par la présence des *Pec. arborescens* et *Pec. Bioti*, ainsi que d'un grand nombre de Lépidodendrées, entr' autres « *Knorria imbricata* de Rive-de-Gier » et *Lepidodendron obovatum*.

Enfin, les grès du mur « confirment ces résultats par la présence de *Calamites Artisi*, très voisin du *Cal. ramosus*, et de *Neuropteris heterophylla* du houiller moyen. »

L'auteur conclut, en terminant, que « tout l'ensemble des couches de Commentry comprises entre le banc des Chavais au sommet et le toit du Colombier à la base est synchronique de la portion du bassin de Saint-Etienne comprise entre la XIII^e couche et le toit de Rive-de-Gier, par conséquent synchronique du système supérieur du Mont Crépon. » et que « l'origine glaciaire des brèches de Commentry se trouve ainsi confirmée par la stratigraphie paléontologique ».

Des affirmations aussi formelles, en contradiction complète non seulement avec les conclusions que nous avons présentées, M. Renault et moi, mais avec celles de M. Grand'Eury, seraient de nature à jeter quelque discrédit sur l'application de la paléontologie végétale à la détermination des niveaux géologiques, si celle-ci n'avait déjà fait ses preuves et donné sur plus d'un point des résultats pratiques d'une valeur indiscutable. On pourrait en effet se demander ce que valent des caractères susceptibles d'être aussi différemment interprétés et de conduire à des appréciations aussi divergentes que le sont d'une part celles de M. Julien, et d'autre part celles de M. Grand'Eury, qui devait cependant connaître assez bien la constitution de la flore de chacun des étages établis par lui dans la Loire pour être moins exposé que d'autres à de fâcheuses confusions. Il n'est donc pas inutile de montrer que les conclusions de M. Julien sont loin de reposer sur des bases solides et qu'elles ne résistent pas à un examen un peu approfondi.

Il semble tout d'abord que, pour établir la composition de la florule de chacun des groupes qu'il distingue à Commentry, il n'ait tenu qu'un compte fort incomplet des indications de provenance très détaillées pourtant, que nous avons, M. Renault et moi données pour chaque espèce. Il paraît notamment avoir attribué indistinctement au « *banc de l'Ouest* » le plus grand nombre de espèces recueillies dans la tranchée de l'Ouest, et dont beaucoup cependant ont été trouvées, comme nous l'avons expressément indiqué, *au toit de la Grande Couche*, de telle sorte que, si l'on compare la flore du toit avec celle du banc des Roseaux, on trouve qu'elles ont, non pas 2 espèces communes ainsi que l'a dit M. Julien mais bien 18 espèces communes, et si l'on réunit en un même groupe le toit de la Grande Couche et les schistes intercalés dans la deuxième couche, qu'il déclare lui-même identiques par leur flore on constate que le banc des Roseaux a 21 espèces communes avec ce groupe !

D'autre part toutes les Lépidodendrées qu'il signale comme attestant l'ancienneté relative du banc de l'Ouest ont été trouvées *au toit de la Grande Couche*, ainsi que nous l'avons indiqué (1), et que l'avait dit également M. Fayol (2), tandis qu'aucune d'entre elles n'a été, à ma connaissance, observée dans le banc des Roseaux (3), où il cite cependant comme espèces caractéristiques les *Lepidodendron Beaumontianum* et *Lep. Jaraczewskii* ; j'ajoute que comme nous l'avons rappelé, les Lépidodendrées montent, d'après les constatations de M. Grand'Eury (4), jusqu'à la couche des Pourrats, c'est-à-dire jusqu'à l'extrême sommet des dépôts houillers de Commentry ; elles ne constituent donc pas, dans ce bassin, une preuve d'ancienneté relative pour les couches où on les rencontre.

Je ferai remarquer en outre que c'est s'exposer à de graves erreurs que de ne tenir compte que du nombre des espèces communes, sans se préoccuper de leur valeur intrinsèque : si, au milieu d'une série d'espèces ayant vécu longtemps et se retrouvant à une série de niveaux différents, on en observe une ou deux qui n'ont eu qu'une durée plus limitée ou qui ne se montrent qu'à partir d'un niveau bien déterminé, il est clair cependant que celles-ci fourniront

(1) B. RENAUT et R. ZEILLER, Etudes sur le terrain houiller de Commentry. Flore fossile, 3^e partie, p. 717.

(2) H. FAYOL, Etudes sur le terrain houiller de Commentry, Lithologie et stratigraphie, p. 130, 133.

(3) Ibid., p. 130.

(4) GRAND'EURY, loc. cit., p. 523.

pour la détermination de l'âge, des renseignements plus précis que toutes les autres ensemble.

Or, parmi les plantes que la flore du banc des Roseaux, par exemple, possède en commun avec celle de Saint-Étienne, un bon nombre, telles que *Pecopteris cyathea*, *Pec. hemitelioides*, *Pec. unita*, *Callipteridium pteridium*, *Alethopteris Grandini*, *Annularia stellata*, *Ann. sphenophylloides*, etc., se suivent depuis le bas jusqu'en haut du Stéphanién pour passer de là dans le Permien, et sont par conséquent sans importance au point de vue chronologique ; cependant elles n'ont pas toutes été relevées par M. Grand'Eury à tous les niveaux qu'il a distingués dans la Loire, et l'absence apparente d'une ou plusieurs d'entre elles à un niveau donné, résultant de ce que certains étages ont fourni des récoltes moins riches que les autres, vient forcément, dans le système de M. Julien, fournir une preuve numérique contre l'attribution à ce niveau de la couche considérée. De plus, la nature des dépôts n'est pas absolument indifférente, la flore des grès, par exemple, n'étant pas toujours la même que celle des schistes, les éléments flottés ayant subi un classement mécanique, et les graines, notamment, étant beaucoup plus communes dans les dépôts à éléments grossiers que dans les dépôts à éléments fins. C'est ainsi que ce même banc des Roseaux, ayant 12 espèces communes avec l'étage des grattes, et 19 avec le conglomérat proprement dit, se trouve avoir 31 espèces communes avec ces deux étages réunis, aucune des 12 espèces de l'un n'étant, à ce qu'il paraît, représentée parmi les 19 de l'autre. Or, cette flore du conglomérat comprend précisément, comme éléments essentiels, ces graines de l'horizon siliceux de Grand-Croix que M. Julien mentionne comme s'étant rencontrées à Commentry dans le banc des Roseaux et comme fournissant une preuve à l'appui de son identification ; mais si le banc des Roseaux ne les possède pas également en commun avec tel ou tel autre des étages plus élevés de Saint-Étienne, c'est uniquement parce que dans ceux-ci les graines sont beaucoup plus rares, car la plupart d'entre elles se retrouvent dans les schistes bitumineux d'Autun et ne sauraient, en conséquence, être invoquées comme une preuve de l'ancienneté relative du banc en question. Ce sont cependant ces graines du conglomérat qui, venant s'ajouter aux espèces de l'étage des grattes, font ce total de 31 espèces par suite duquel la balance se trouve pencher en faveur des étages inférieurs, des Cévennes et des Cordaîtées, plutôt qu'en faveur de celui des Filicacées, avec lequel le banc des Roseaux avait 16 espèces communes.

Sans vouloir insister davantage sur les causes d'erreur que je vien d'indiquer, j'ajoute que, si l'on peut laisser momentanément de côté les espèces non communes, quelle que soit leur importance au point de vue chronologique, c'est à la condition expresse de comparer ensuite la flore que l'on étudie avec celle des couches qui renferment précisément ces espèces non rencontrées dans les couches prises comme premier terme de comparaison. Or, si M. Julien a comparé, faisceau par faisceau, la flore de Commeny avec celle de Saint-Etienne, il s'est abstenu systématiquement d'étendre la comparaison à la flore permienne, et n'a tenu aucun compte des espèces que nous avons signalées comme étant plutôt permienues que houillères et qui constituaient précisément pour nous la preuve formelle que les dépôts de Commeny appartenaient à la portion la plus élevée de la formation stéphaniennne, confinant à la base du Permien. Il était, il est vrai, plus facile de passer cet argument sous silence que de le réfuter : en effet, si l'on compare, par exemple, la flore du banc des Roseaux à celle du Rothliegende inférieur, on ne trouve pas moins de 21 espèces communes, et cela sans compter les graines, dont la plupart, comme je l'ai dit, se rencontrent également dans le Permien d'Autun, mais qu'il convient d'écarter parce que, leur présence dépendant en grande partie de la nature du dépôt, les résultats obtenus en les comptant ne pourraient plus être ensuite équitablement comparés avec d'autres ; ce chiffre de 21 étant supérieur à ceux que M. Julien a obtenus pour ce même banc dans son travail de comparaison, il faudrait, d'après sa méthode, assimiler formellement le banc des Roseaux à l'étage inférieur du Rothliegende. Il en serait de même pour le mur de la Grande Couche, dont la flore, sur un total de 26 espèces, parmi lesquelles 6 n'ont pas été observées ailleurs, en a 15 communes avec le Rothliegende inférieur, savoir : *Diplotmema Ribeyroni*, retrouvé à Bussaco par M. de Lima, *Pecopteris arborescens*, *Pec. cyathæa*, *Pec. oreopteridia*, *Pec. unita*, *Pec. Sterzeli*, *Alethopteris Grandini*, *Odontopteris minor*, *Neuropteris cordata*, *Nerr. Blissi*, *Aphlebia Germari*, ces trois derniers reconnus par M. Potonié à Manachbach, *Calamites Suckowii*, *Annularia stellata*, *Ann. sphenophylloides*, et *Lepidostrobus Fischeri*.

On voit ainsi que, sans changer de méthode, et en complétant simplement la série des termes de comparaison, on arrive à des résultats qui diffèrent totalement de ceux de M. Julien, et qui, si on les acceptait sans autre discussion, confirmeraient les vues de MM. F. von Sandberger, Sterzel et Potonié sur l'attribution au

Permien des couches de Commentry ; mais une telle conclusion serait encore trop hâtive, ainsi que je l'établirai plus loin. Cette comparaison montre du moins que le banc des Roseaux et le mur même de la Grande Couche, — et c'est pour cela que je les ai cités plutôt que les bancs supérieurs, — offrent par leur flore des caractères de jeunesse relative très accentués qui ne permettent pas de les considérer comme sensiblement plus anciens que les bancs du toit.

Lorsque nous avons, M. Renault et moi, étudié la question de l'âge des couches de Commentry, nous avons tout d'abord, contrairement à ce que croit M. Julien, qui semble nous reprocher d'avoir tout confondu, dressé le tableau de la florule spéciale de chaque niveau ; mais la comparaison respective de ces florules nous a immédiatement convaincus qu'il n'y avait pas à tenter de distinction entre ces différents niveaux, étant donné, comme nous l'avons dit (1), que la très grande majorité des empreintes soumises à notre examen provenait exclusivement de la Grande Couche ou de ses ramifications, ou du moins de bancs stériles situés à peu de distance au toit ou au mur, et que nous n'avions eu entre les mains qu'un nombre très restreint d'échantillons provenant de la région inférieure du bassin.

M. Julien a reconnu déjà qu'on ne pouvait séparer, au point de vue de la flore, le toit de la Grande Couche et les schistes intercalés dans la deuxième couche ; de même, si l'on compare à ce groupe le banc des Roseaux, en laissant de côté, bien entendu, les espèces sans valeur au point de vue chronologique, et toujours sans parler des graines, on trouve qu'ils possèdent en commun *Daubreeia puteraeformis* de Wettin, *Diplomema Busqueti*, *Pecopteris lepidorachis*, *Pec. Daubreei*, *Pec. densifolia*, longtemps regardé comme propre au Permien, *Pec. Mongi*, *Pec. Sterzeli*, *Alethopteris Grand'Euryi*, *Odonopteris genuina*, *Netropteris cordata*, *Caulopteris endorhiza*, *Arthropitys histriata*, et *Arthropitys gigas*, plus caractéristique, encore, s'il est possible, que le *Pec. densifolia*.

Quant aux espèces du banc des Roseaux que M. Julien regarde comme n'en permettant pas l'assimilation aux couches supérieures de Saint-Etienne, ce sont d'abord les *Dicranophyllum*, dont l'un, *D. longifolium*, serait nouveau ; le second, *D. striatum*, n'est cité qu'avec doute dans la Loire par M. Grand'Eury, et le troisième, *D. gallicum*, a été retrouvé dans l'étage permien d'Igornay par

(1) B. RENAULT et R. ZEILLER, loc. cit., p. 715-716.

M. Roche (1); ensuite *Pec. arborescens*, *Pec. integra*, et *Calamodendron striatum*, également rencontrés dans le Permien; enfin deux *Lepidodendron*, qui, comme je l'ai rappelé, sont également au toit de la Grande Couche et dont la présence dans le banc des Roseaux me paraît même, ainsi que je l'ai dit plus haut, extrêmement douteuse. Il indique en outre « beaucoup d'espèces nouvelles ayant des affinités avec des plantes du Houiller moyen », mais j'avoue ne pas soupçonner quelles elles peuvent être, car si j'ai signalé, pour deux ou trois nouveaux types spécifiques de Fougères, certaines ressemblances de détail avec des espèces westphaliennes, je n'ai, pour aucune, constaté d'affinités véritables.

Il y a, en résumé, au point de vue chronologique, entre la flore des bancs supérieurs et celle du banc des Roseaux, une concordance complète, et les caractères de cette flore conduisent à les faire placer ensemble au sommet de la formation stéphanienne.

Enfin, la flore du mur, moins bien connue par ce motif que le mur de la Grande Couche a été moins souvent entamé que les bancs stériles intermédiaires ou supérieurs, possède également plusieurs espèces, et non des moins significatives, en commun soit avec le banc des Roseaux, telles que *Pecopteris Sterzeli*, *Neropteris crenulata*, *Nerr. cordata*, soit avec les bancs supérieurs, telles que *Diplomema Ribeyroni*, *Pecopteris Bioti*, indiqué à tort par M. Julien comme relativement ancien, *Pec. Sterzeli*, *Nerr. cordata*, *Nerr. Blissi*, *Aphlebia Germari*, et enfin *Obolopteris minor*, qui est certainement l'une des plus importantes au point de vue de la détermination du niveau et dont la présence au mur avait sans doute échappé à M. Julien, puisqu'il l'indique comme caractéristique des bancs supérieurs. Il cite également, comme propre à la florule de ces bancs supérieurs, le *Dictyopteris Schützei*, qui lui appartient en effet, mais qui a été trouvé en outre au toit de la sixième couche, c'est-à-dire à un niveau des plus inférieurs, et qu'on serait ainsi presque en droit de compter encore dans la flore du mur. Ces diverses espèces, auxquelles vient en outre s'ajouter le *Lepidostrobus Fischeri*, attestent, surtout si l'on tient compte de la pauvreté relative de cette flore, l'étroite liaison qui existe entre elle et la flore des bancs supérieurs, et l'impossibilité de les rapporter respectivement à des étages géologiques différents.

Je rappelle d'ailleurs que le *Neropteris heterophylla*, dont M. Julien

(1) E. ROCHE, Sur les fossiles du terrain permien d'Autun (*B. S. G. F.*, 3^e S., IX, p. 79).

invoque la présence au mur de la Grande Couche comme une preuve d'ancienneté, a été plus d'une fois, ainsi que je l'avais dit (1), signalé dans le Stéphanien, et même à des niveaux très élevés, sans qu'il ait été possible de saisir de différences appréciables entre ces formes supérieures et celles du Houiller moyen ; il ne fournit donc aucun argument sérieux contre nos conclusions.

Reste maintenant la question de savoir dans quel étage il faut réellement classer la Grande Couche de Commentry, avec les bancs qui l'avoisinent au toit et au mur et qu'il est, ainsi que je viens de le faire voir, impossible de séparer les uns des autres au point de vue de la constitution de leur flore. J'ai dit plus haut que M. Julien rangeait les bancs supérieurs de Commentry dans l'étage des Filicacées, et j'ai montré comment, pour le banc des Roseaux, l'assimilation qu'il en fait avec l'étage des Cordaïtées et l'étage des Cévennes réunis résulte uniquement de ce que, dans la flore de ce banc, sont comprises un grand nombre des graines de Grand'Croix, et qu'il n'a pas pris garde que ces mêmes graines se trouvaient également dans le Permien.

Il n'y a donc plus qu'à comparer la flore de la Grande Couche avec celle des étages moyen et supérieur de Saint-Etienne, étage des Filicacées et étage des Calamodendrées. Je pourrais presque me borner, à cet égard, à ce que j'ai dit tout à l'heure des affinités de cette flore de Commentry avec la flore permienne, renvoyant, pour le détail, à l'exposé que nous avons fait, M. Renault et moi (2), des raisons qui nous avaient conduits à l'assimilation avec l'étage des Calamodendrées. Je suis cependant forcé d'insister un peu, puisque M. Julien croit avoir établi, par la comparaison qu'il fait de la flore du toit avec les divers groupes de Saint-Etienne, qu'il faut exclure au contraire l'étage des Calamodendrées et que « le maximum des analogies correspond aux couches de Saint-Etienne allant de la XII^e à celle des Rochettes ». Il n'a trouvé, dit-il, dans cette flore du toit, que 15 espèces communes avec la série d'Avaize et 19 avec l'étage des Rochettes, tandis qu'il y en a 28 avec la série des couches I à VII de Saint-Etienne, 24 avec la VIII^e, et 21 avec la série de IX à XII ; mais il ne dit pas, ce qui cependant eût été utile, de combien d'espèces se compose la flore de chacun de ces groupes, et il ne prend pas garde que s'il n'y a pas plus d'espèces communes avec la série d'Avaize ou avec la couche des Rochettes, c'est que la

(1) R. ZELLER, *Etudes sur le terrain houiller de Commentry. Flore fossile*, 1^{re} partie, p. 239-260.

(2) B. RENAULT et R. ZELLER, loc. cit., p. 720-723.

flore de celles-ci ne compte, par suite de l'insuffisance des matériaux recueillis, qu'un nombre d'espèces beaucoup moindre que la flore des groupes inférieurs. Si, en effet, l'on attribue à la série d'Avaize les diverses espèces qui, reconnues à des niveaux plus bas, se retrouvent au-dessus dans des couches permienues et qui, par conséquent, ont nécessairement vécu sur cet horizon, on trouve, non plus 15, mais 30 espèces communes entre la série d'Avaize et le toit de la Grande Couche de Commentry; et si, d'autre part, on compare la flore du toit avec celle du Permien inférieur, on trouve 37 espèces communes. En prenant l'ensemble de la flore du toit et de la flore des schistes de la deuxième couche, on aurait non plus 30 et 37, mais 38 et 44 espèces communes respectivement avec la série d'Avaize et avec l'étage inférieur du Permien, et il est certain que, si la flore des couches d'Avaize était connue plus à fond, ces nombres d'espèces communes s'augmenteraient encore sensiblement par l'addition de tout ou partie de ces espèces du Permien, telles que *Pecopteris densifolia*, *Odontopteris obtusa*, *Nercopteris Planchardi*, *Aphlebia Germari*, *Lepidodendron Gaudryi*, *Poucordaites expansus*, etc., qui semblent, pour la plupart, ne pas s'élever bien haut dans la formation permienne et dont l'origine est certainement quelque peu antérieure au début de celle-ci.

On constate en tout cas, comme je l'avais déjà fait remarquer plus haut, que le mode même de calcul de M. Julien, en le complétant comme il est indispensable de le faire, conduit à des conclusions tout autres que celles auxquelles il s'est arrêté.

Je passe maintenant à l'examen, beaucoup plus instructif et plus probant, des espèces vraiment significatives.

Je rappelle tout d'abord avec quelle insistance M. Grand'Eury a signalé (1), comme l'un des caractères les plus frappants de la flore des couches supérieures de Saint-Etienne, la substitution, d'abord graduelle, et ensuite complète, de l'*Odontopteris minor* à l'*Odont. Reichiana* des couches inférieures et moyennes, insistance justifiée par l'étroite affinité qui existe entre ces deux espèces et qui donne d'autant plus de valeur au remplacement de l'une par l'autre. A Commentry, comme nous l'avons dit (2), l'*Odont. minor* se montre fréquent du haut en bas de la Grande Couche, tandis que nous n'avons vu aucun spécimen de l'*Odont. Reichiana*, si commun dans l'étage des Filicacées. Le *Pecopteris alethopteroides* et le *Sigillaria*

(1) GRAND'EURY, loc. cit., p. 112, 179, 498, 499, 561, 596, 597.

(2) B. RENAULT et R. ZEILLER, loc. cit., p. 720.

lepidodendrifolia, caractéristiques également de l'étage moyen de Saint-Etienne, manquent de même dans la Grande Couche, cette dernière espèce n'ayant été rencontrée à Commentry que dans les niveaux inférieurs, au Colombier.

Inversement, comme espèces présentes dans la Grande Couche et faisant défaut dans l'étage des Filicacées, je citerai *Pecopteris densifolia*, *Arthropityx gigas*, *Sphenophyllum Thoni*, que M. Grand'Eury signale aussi comme appartenant en propre, à Saint-Etienne, à la série d'Avaize (1); dans ce même groupe viendraient en outre prendre place les diverses espèces qui, en dehors de Commentry, ne sont connues que dans des couches houillères confinant au Permien ou dans l'étage inférieur du Rothliegendes, telles que *Diplotmema Paleaui*, *Pecopteris Monyi*, *Odontopteris obtusa* vrai (Brougt, non Weiss), *Odont. Duponti*, *Necropteris Planchardi*, *Aphlebia Germari*, *Aphl. acanthoides*, *Lepidodendron Gaudryi*, *Lepidostrobus Fischeri*, *Poacordaites expansus*, *Plagiozamites carbonarius*, *Plagiozam. Planchardi*, *Samaropsis moravica* (2) (*Sam. elongata* B. Renault). Il y a là tout un ensemble de caractères qui concorde à rendre inacceptable l'attribution de la Grande Couche de Commentry à l'étage des Filicacées et à fortiori aux étages inférieurs du bassin de la Loire.

Quant aux espèces que M. Julien invoque comme caractéristiques à l'appui de ses conclusions, j'ai montré plus haut, en ce qui regarde les *Dicranophyllum*, les *Pecopteris arborescens* et *Pec. integra*, et le *Calamodendron striatum*, que ses arguments étaient sans valeur. Le *Zygopteris pinnata*, cité également par lui, est, il est vrai, mentionné par M. Grand'Eury (3) comme espèce caractéristique de l'étage des Filicacées; mais il a été également observé dans la série d'Avaize (4) et ne saurait, dès lors, faire obstacle à l'assimilation des dépôts de Commentry avec ceux de cet horizon. Enfin les *Lépidodendrées*, qu'on est en effet généralement porté à regarder comme des plantes relativement anciennes, ont fait de notre part, à M. Renault et à moi (5), l'objet d'observations auxquelles je n'ai que peu de chose à ajouter : outre que les limites d'extension du *Lepidodendron Beau-*

(1) GRAND'EURY, loc. cit., p. 389, 467, 597.

(2) Je ne puis souscrire à l'identification que M. Potonié (*Die Flora des Rothliegendes Thüringen*, p. 233) fait de cette espèce avec le *Samaropsis Crampii* Hartt (sp.), du Dévonien du Canada, qui me paraît en différer par son contour général plus élargi au milieu, et surtout par l'échancrure profonde et très aiguë que l'aile présente à son sommet.

(3) GRAND'EURY, loc. cit., p. 498.

(4) Ibid., p. 200.

(5) B. RENAULT et R. ZEILLER, loc. cit., p. 717-718.

montianum et du *Lep. Jaraczewskii* ne sont, comme nous l'avons dit, que fort insuffisamment connues, je dois faire observer que M. Renault signale lui-même les échantillons rapportés par lui à la première de ces espèces comme très déformés par la compression, ce qui en rend la détermination moins certaine : ceux qu'il a figurés sous le nom de *Lep. Jaraczewskii* me paraissent différer de l'espèce du Pas-de-Calais par les bandes striées placées entre les mamelons, et se rapprocher davantage du *Lep. Gaudryi*. Le *Lep. obocatum*, sur la dénomination duquel nous avions déjà fait certaines réserves, en raison du peu de netteté de ses cicatrices foliaires, pourrait bien être singulièrement voisin de l'espèce du Permien inférieur de la Corrèze que j'ai décrite sous le nom de *Lepidophloios Dessorti* (1). Les *Lepidophloios* montant jusqu'à la base du Permien, il ne resterait, comme forme ancienne, que le *Knorria imbricata*, qui, lui, serait, non pas de l'étage de Rive-de-Gier, mais du Culm ; seulement M. Renault a eu bien soin de faire observer que l'échantillon de Commeny diffère à plusieurs égards de l'espèce de Sternberg, et qu'il ne le décrivait sous ce nom que pour ne pas créer une espèce nouvelle, des moules sous-corticaux de cette nature ne méritant guère, en effet, de constituer des types spécifiques et devant nécessairement demeurer presque invariables d'aspect, quelle que soit l'espèce à laquelle ils se rapportent en réalité.

Tous ces prétendus indices d'ancienneté s'évanouissent ainsi devant un examen un peu attentif, et il ne reste plus qu'à se demander si, au lieu de l'étage des Calamodendrées, ce ne serait pas à l'Autunien inférieur qu'il faudrait identifier la Grande Couche de Commeny et les dépôts qui la surmontent ; je reviendrai plus loin sur cette question, me bornant pour le moment à rappeler que certaines formes permienues, en quelque sorte essentielles, comme les *Callipteris*, manquent absolument à Commeny, et qu'en même temps la flore de la Grande Couche comprend diverses espèces qui semblent ne pas passer du Houiller dans le Permien.

Ce qui ressort dès maintenant de la discussion qui précède, c'est l'impossibilité absolue de synchroniser la brèche des Chavaix, intercalée dans la Grande Couche vers le quart ou le cinquième supérieur de son épaisseur, avec les brèches du Mont-Crépon ; il est vrai que le synchronisme établi par M. Julien n'était lui-même pas

(1) R. ZEILLER, Études sur la flore foss. des dépôts houillers et permienus des environs de Brive, p. 77, pl. XIII, fig. 1, 2.

très rigoureux, puisque la zone du Mont-Crépon vient se placer entre l'étage de Rive-de-Gier et l'étage des Cordaîtées, et que la brèche des Chavais, couronnant la série assimilée à la portion du bassin de Saint-Etienne qui va du toit de Rive-de-Gier à la 13^e couche, ne pourrait correspondre qu'au sommet de l'étage des Cordaîtées et nullement aux brèches situées au-dessous de cet étage.

Je ne prétends pas, d'ailleurs, en formulant cette observation, contester la possibilité de l'existence de dépôts glaciaires plus anciens que ceux de l'époque quaternaire ; c'est là une question que je n'ai pas qualité pour discuter, et je n'ignore pas que M. Julien est loin d'être le premier qui attribue une origine glaciaire aux brèches de l'époque permo-carbonifère : nos confrères d'outre-Manche ou du moins la plupart d'entre eux admettent depuis une quarantaine d'années, avec Godwin-Austen (1) et Ramsay (2), que les brèches du Permien d'Angleterre ont une telle origine, attestée par la présence, au milieu d'elles, de blocs polis et striés. Sans parler des dépôts miocènes, éocènes, crétacés, ou même dévoniens ou siluriens (3), qui ont été rapportés à une action glaciaire, on sait que c'est également ainsi que les géologues de l'Inde et de l'Australie expliquent la formation des brèches permo-carbonifères de Talchir au-dessous de la série de Gondwana, de Dwyka au-dessous de la série de Karoo dans l'Afrique australe, de Bacchus-Marsh dans l'État de Victoria, et des couches marines situées au-dessous des dépôts de houille de Newcastle dans la Nouvelle-Galles du Sud. Je crois seulement qu'il faut se garder de voir à priori dans ces formations bréchiformes, à blocs plus ou moins anguleux, plus ou moins polis ou striés, un repère chronologique infaillible : en effet, si les observations paléontologiques concordent aujourd'hui à faire réellement ranger ces diverses brèches à peu près sur le même horizon, il ne faut pas oublier qu'on n'a pas toujours trouvé du premier coup quelles étaient celles qui devaient être ainsi synchronisées, et que parfois deux niveaux de brèches bien différents ont été successivement proclamés comme constituant sans doute possible le véritable repère.

Je rappellerai notamment ce qui s'est passé dans la Nouvelle-

(1) GODWIN-AUSTEN, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, VI, 1850, p. 96-97.

(2) RAMSAY, *Ibid.*, XI, 1855, p. 185-205.

(3) CH. LYELL, *Principes de Géologie*, éd. franc., I, p. 270-276, p. 283-284, p. 291-293, p. 301-302. — G. PILAR, *Ein Beitrag zur Frage über die Ursache der Eiszeiten*, p. 22.

Galles du Sud, où les conglomérats de Hawkesbury, situés *au-dessus* des couches de Newcastle, ont été d'abord, en 1880, parallélisés avec ceux de Bacchus-Marsh, de l'Etat de Victoria, à raison des traces manifestes d'action glaciaire qui y avaient été reconnues par M. Wilkinson (1). Peu d'années après, M. R. D. Oldham, ayant, à son tour, découvert près de Branxton des blocs anguleux, polis et striés, dans les sables des couches marines situées *au-dessous* de la série des charbons de Newcastle (2), on n'a pas hésité à déclarer que ce n'était nullement les conglomérats de Hawkesbury, mais bien les lits à blocs anguleux des dites couches marines qui représentaient le grand niveau glaciaire de Bacchus-Marsh et de Talchir ; et tout l'ensemble des couches de Newcastle, de préglaciaire qu'il était, est devenu brusquement postglaciaire ou interglaciaire. On n'avait pas manqué d'ailleurs de chercher chaque fois, comme vient également de le faire M. Julien, à montrer que les arguments tirés de la flore n'étaient nullement en opposition avec les conclusions déduites du synchronisme, admis *a priori* comme certain, de ces manifestations glaciaires. Il n'est toutefois resté qu'un point douteux, M. O. Feistmantel n'ayant pas tardé à se rallier à l'assimilation proposée par M. Oldham : c'est de savoir si ces traces d'action glaciaire se montrent seulement dans la portion inférieure des couches marines, dans les *Lower marine beds*, comme l'avait tout d'abord annoncé M. Oldham, ou bien à la fois dans leur portion inférieure et dans leur portion supérieure (*Upper marine beds*), ainsi que l'a dit M. Blanford (3), ou enfin si elles n'ont été constatées que dans les *Upper marine beds*, ainsi que l'a affirmé M. Feistmantel d'après les communications de M. Wilkinson (4). Si la chose n'a qu'une importance secondaire au point de vue de la détermination générale de l'âge des couches de Newcastle, elle ne laisse pas d'en avoir une assez grande au point de vue paléophytologique : les couches à *Glossopteris* de Stony Creek et de Greta étant, en effet, intercalées entre les *Lower* et les *Upper marine beds*, on a pu,

(1) O. FEISTMANTEL, Further notes on the correlation of the Gondwana Flora with that of the Australian coal-bearing system (*Rec. Geol. Surv. of India*, XIII, p. 250-253).

(2) R. D. OLDHAM, Memorandum of the correlation of the Indian and Australian coal-bearing beds (*Rec. Geol. Surv. of India*, XIX, p. 39-47).

(3) W. T. BLANFORD, On additional evidence of the occurrence of glacial conditions in the palaeozoic era, and on the geological age of the beds containing plants of mesozoic type in India and Australia (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, XLII, p. 252).

(4) O. FEISTMANTEL, Ueber die geol. u. palaeont. Verhältnisse des Gondwana-System in Tasmanien u. Vergleichung mit anderen Ländern (*Sitzungsber. d. k. böhm. Gesellsch. der Wissenschaften*, 1888, p. 649).

suivant qu'on a admis l'une des premières ou la troisième opinion, déclarer que c'était le refroidissement du climat qui avait déterminé la disparition des types habituels de la flore paléozoïque, *Lepidodendron* et autres, observés au-dessous des *Lower marine beds*, et leur remplacement par la « flore à *Glossopteris* », ou bien, au contraire, soutenir que, les *Glossopteris* étant antérieurs à la période glaciaire, les modifications climatiques n'avaient exercé aucune influence sur la flore (1).

Enfin, quelque crédit que cette idée d'un vaste phénomène glaciaire étendant ses effets de part et d'autre de l'équateur, sur l'Inde au Nord, sur l'Australie et l'Afrique australe au Sud, ait rencontré parmi les géologues anglais, il s'en est cependant trouvé parmi eux qui n'ont pas craint, comme M. le Prof. Seeley, de faire les plus sérieuses réserves tant sur l'importance à attacher à ce genre de dépôts comme repère géologique que sur l'interprétation même des faits observés, se demandant si c'était bien dans une action glaciaire qu'il en fallait chercher l'explication (2).

Diverses causes peuvent en effet déterminer le frottement de blocs, soit les uns contre les autres, soit contre des roches en place, et tout récemment encore M. Stanislas Meunier a signalé (3) un mode de striage des roches complètement indépendant des phénomènes glaciaires, auquel il croit devoir attribuer en particulier les stries observées sur les blocs du conglomérat de Dwyka.

Au surplus, les partisans les plus convaincus de l'origine glaciaire de ces formations de l'Inde et de l'Australie, reconnaissent eux-mêmes que certaines particularités caractéristiques demeurent fort difficiles à expliquer par cette hypothèse : c'est ainsi que M. W. Waagen, tout en concluant que les cailloux à facettes du Salt-Range ont été façonnés par des glaciers, avoue expressément « n'avoir jamais observé, ni dans les moraines des glaciers actuels, ni dans celles de la période quaternaire, de cailloux présentant de semblables caractères (4) ».

(1) O. FEISTMANTEL, Ibid. : Ueber die pflanzen- und kohlenführende Schichten in Indien, Afrika und Australien (*Sitzungsber. d. k. böhm. Gesellsch. d. Wissenschaften*, 1887, p. 83-86) ; Geol. and palaeont. relations of the coal and plant bearing beds of palaeozoic and mesozoic age in Eastern Australia and Tasmania (*Mem. Geol. Surv. N. S. Wales., Palaeont.* n° 3, p. 64).

(2) *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XLII, p. 262.

(3) ST. MEUNIER, Recherches sur un mode de striage des roches indépendant des phénomènes glaciaires (*C. R. Acad. Sc.*, CXVIII, p. 890-892, 16 avril 1894).

(4) W. WAAGEN, *Palaeontologia Indica*, ser. XIII, *Salt-Range fossils*, IV. Geological Results (1891), p. 149 : « These faceted pebbles will always be a very remarkable feature of the deposits, and I must confess that I never observed either in the moraines of actual glaciers nor in those of the quaternary period pebbles exhibiting similar characters ».

Je ne prétends, je le répète, prendre aucunement parti dans la question ; mais au moment où elle se pose dans notre pays, et où la valeur de ces formations « glaciaires » est proclamée supérieure, comme repère stratigraphique, à celle des horizons paléontologiques, il ne m'a pas paru inutile de rappeler que, dans les pays même où on les a le plus étudiées, leur origine ne laisse pas de soulever encore bien des doutes, et que l'emploi de semblables repères pour la détermination des niveaux a parfois conduit à de graves erreurs, sans parler de l'incertitude qu'il comporte lorsqu'on a affaire à plusieurs niveaux de brèches consécutifs et qu'on peut choisir à volonté l'un ou l'autre d'entre eux pour le synchroniser avec tel ou tel grand niveau glaciaire reconnu à plus ou moins grande distance.

Je passe maintenant à l'examen des objections formulées en Allemagne contre l'attribution au Houiller des couches moyennes et supérieures de Commentry.

M. F. von Sandberger, dont j'ai cité le nom en première ligne, n'a pas, il est vrai, parlé explicitement de Commentry ; mais il a émis l'idée (1) que l'étage des Cordaïtées représentait la portion la plus élevée du terrain houiller, et que l'étage des Filicacées, avec ses *Poucordaites* et *Dorycordaites*, et son *Tæniopteris jejuna*, correspondait aux couches de Trienbach en Alsace, à celles de Cusel dans le bassin de la Sarre, c'est-à-dire à la zone la plus inférieure du Permien ; il maintient en même temps dans le Houiller, en les rapportant à la zone la plus élevée de ce terrain et les assimilant à l'étage des Cordaïtées, les couches à *Dicranophyllum gallicum* et *Dicr. lusitanicum* d'Oppenau, dans la Forêt-Noire, que M. Eck voulait placer dans le Rothliegende inférieur. Les arguments, très sommaires, qu'il invoque pour attribuer l'étage des Filicacées au Permien, ne sont, d'ailleurs, rien moins que décisifs : les genres *Poucordaites* et *Dorycordaites*, qu'il indique comme faisant leur apparition dans cet étage, remontent en réalité beaucoup plus haut, puisqu'ils sont représentés déjà dans le Houiller moyen, l'un par le *Dorycord. palmæformis*, fréquent dans la formation westphalienne, l'autre par le *Poucord. microstachys* des couches de Saarbrück ; ces deux genres ne sont donc nullement caractéristiques de l'étage des Filicacées. Quant au *Tæniopteris jejuna*, si sa présence peut être effective-

(1) F. v. SANDBERGER, Nachträgliche Bemerkungen zu meiner Abhandlung • Ueber Steinkohlenformation und Rothliegendes im Schwarzwald » (*Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, 1891, p. 83-85).

ment considérée comme un indice de jeunesse relative, il ne faut pas oublier que, tandis qu'il est commun dans l'étage des Filicacées et dans celui des Calamodendrées, il est infiniment plus rare à Igornay, par exemple, ou à Teufelsbrunnen en Alsace (1), c'est-à-dire dans des couches dont l'attribution au Rothliegende (Autunien) inférieur ne saurait faire l'ombre d'un doute ; l'espèce est ainsi, dès le début du Permien, en voie de décroissance manifeste, ce qui conduit nécessairement à regarder comme antérieures au Permien, c'est-à-dire comme houillères, les couches dans lesquelles elle fait sa première apparition et celles dans lesquelles elle présente son maximum de développement. D'autre part, elle est accompagnée dans les couches permienes d'Igornay comme de Teufelsbrunnen, du *Tæn. multinervis*, qui, lui, monte jusque dans les couches plus élevées de Lebach et de Millery, tandis qu'il manque entièrement non seulement dans l'étage des Filicacées, mais encore dans celui des Calamodendrées. Les *Dicranophyllum*, que j'avais indiqués jadis (2) comme propres au Houiller supérieur, mais non pas comme propres à l'étage des Cordaïtées, ainsi que semble me le faire dire M. F. von Sandberger, s'élèvent jusque dans les couches supérieures de Saint-Etienne et sont encore représentés dans la flore autunienne inférieure d'Igornay par quelques rares *Dicr. gallicum*, ainsi que je l'ai rappelé plus haut ; ils ne constituent donc pas non plus un caractère de nature à faire placer entre l'étage des Cordaïtées et celui des Filicacées la limite commune du Houiller et du Permien.

Enfin, si l'on compare la flore de l'étage des Filicacées, telle qu'elle est représentée soit à Saint-Etienne, soit à Champclauson et Portes dans le Gard, avec la flore des couches autuniennes inférieures d'Igornay, de Cusel et de Trienbach, on constate que, bien qu'elles possèdent en commun un grand nombre d'espèces, dont beaucoup déjà rencontrées plus bas dans le Stéphanien, il y a cependant entre elles des différences irréductibles : certaines espèces caractéristiques, par leur abondance, de l'étage des Filicacées, telles que *Diplotmema Busqueti* (3), *Pecopteris alethopteroides*, *Odontopteris Reichiana*, *Sigillaria lepidodendrifolia*, paraissent faire absolument défaut dans les couches de la base du Permien ; d'autres, sans avoir encore tota-

(1) R. ZEILLER, Notes sur la flore des couches permienes de Trienbach (Alsace) (*B. S. G. F.*, 3^e S., XXII, p. 163-182).

(2) R. ZEILLER, *Explication de la carte géol. de la France*, IV, Végét. foss. du terr. houiller, p. 170.

(3) GRAND'EURY, *Géologie et Paléontologie du bassin houiller du Gard*, p. 183, 270 ; et *Flore carb. du dép. de la Loire*, p. 498.

lement disparu, sont devenues des plus rares, comme *Odontopteris Brardi*, *Necropteris cordata*, *Dicranophyllum gallicum*. Inversement plusieurs espèces de l'Autunien inférieur manquent, soit dans l'étage des Filicacées seulement, comme *Pecopteris densifolia*, *Pec. Mongi*, *Odontopteris obtusa* vrai, *Necropteris Planchardi*, *Sphenophyllum Thoni*, *Arthropitys gigas*, *Plagiozamites Planchardi*, soit dans l'étage des Calamodendrées aussi bien que dans celui des Filicacées, à savoir : *Pecopteris pinnatifida*, *Callipteris conferta* avec ses nombreuses variétés, *Taniopteris multinervis*, *Walchia filiciformis* : et si ces dernières n'ont pas toujours été rencontrées toutes ensemble dans toutes les localités où l'on a découvert des couches à plantes appartenant à l'Autunien inférieur, du moins n'est-il pour ainsi dire pas une seule de ces localités où l'une ou l'autre de ces espèces permienues si caractéristiques n'ait été rencontrée en plus ou moins grande abondance.

Je rappelle en outre que, sur plusieurs points du Plateau Central ou de ses environs, les couches permienues inférieures présentent une concordance absolue, non seulement au point de vue de la flore, mais au point de vue stratigraphique et lithologique, avec celles du bassin de la Sarre, ainsi que l'a constaté M. von Reinach (1), de telle façon qu'il est impossible de douter de leur contemporanéité mutuelle. Or, sur ces divers points, notamment à Autun et dans l'Aveyron, on trouve, au-dessous des couches autuniennes les plus inférieures, assimilables à l'étage de Cusel, des couches correspondant exactement par leur flore à l'étage des Calamodendrées, puis à l'étage des Filicacées de Saint-Etienne ; celles-ci sont donc forcément houillères, au même titre que celles d'Ottweiler dans la Sarre. De même dans le Gard, on ne voit apparaître les couches à *Taniopteris multinervis* que bien au-dessus des couches de Champclauson, assimilées par M. Grand'Eury comme par moi aux couches moyennes de Saint-Etienne, c'est-à-dire à l'étage des Filicacées (2) ; là l'étage des Calamodendrées paraît manquer, ou du moins il ne serait représenté que par des dépôts stériles, les poudingues du Mont Châtenet.

Je ne puis donc, pour toutes ces raisons, me ranger à l'opinion de M. F. von Sandberger et classer dans le Permien ni l'étage des

(1) VON REINACH, Das Rothliegende im Süden und Westen des französischen Centralplateaus (*Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch.*, XLIV, p. 243-264).

(2) R. ZEILLER, Note sur la flore et le niveau relatif des couches houillères de la Grand'Combe (*Bull. Soc. Géol.*, 3^e Sér., XIII, p. 146). — GRAND'EURY, Géologie et paléontologie du bassin houiller du Gard, p. 188-189.

Filicacées, ni celui des Calamodendrées; je suis toutefois d'accord avec lui pour rapporter à la partie supérieure du Stéphanien les couches à plantes d'Oppenau, qui me semblent devoir correspondre à peu près à celles de Commentry : la présence parmi elles d'un *Pterophyllum*, *Pter. blechnoides*, est de nature en effet à les faire mettre à un niveau assez élevé, et aucune des espèces rencontrées dans ces couches ne s'oppose à cette assimilation; il n'est pas jusqu'au *Dicr. lusitanicum*, invoqué par M. F. von Sandberger avec le *Dicr. gallicum* pour les attribuer à l'étage des Cordaïtées, qui, loin de fournir un argument à l'encontre de l'assimilation que j'indique, ne lui soit au contraire favorable. D'une part, en effet, ce *Dicr. lusitanicum* me semble avoir d'étroits rapports avec l'espèce de Commentry que M. B. Renault a désignée sous le nom de *Dicr. longifolium* : la taille, la forme générale, et surtout la nervation des feuilles concordent absolument, la seule différence qui les sépare consistant en ce que, chez le *Dicr. lusitanicum*, les branches de la première bifurcation demeurent entières jusqu'au bout, tandis que chez le *Dicr. longifolium* elles se partageraient vers l'extrémité par une fente médiane en deux lobes très étroits et très faiblement divergents; on peut donc presque se demander si l'on n'a pas affaire là simplement à deux variétés distinctes d'un seul et même type spécifique. D'autre part, il résulte des renseignements qu'a bien voulu me communiquer mon excellent ami M. W. de Lima, que les couches houillères du Portugal dans lesquelles on trouve le *Dicr. lusitanicum*, accompagné du *Dicr. gallicum*, et auxquelles l'éminent professeur de Würzburg a comparé avec raison celles d'Oppenau, renferment une flore remarquablement semblable à celle de la Grande Couche de Commentry, et qu'elles doivent appartenir au même horizon, c'est-à-dire à la zone la plus élevée de la formation stéphanienne.

Les objections que je viens de faire à la manière de voir de M. F. von Sandberger ne touchent donc en rien au classement qu'il a fait des dépôts houillers supérieurs de la Forêt-Noire.

Sans préciser exactement la place où il voudrait, dans nos bassins du Centre de la France, mettre la limite entre le Houiller et le Permien, M. Potonié a exprimé, à son tour, l'avis qu'une bonne partie du Houiller supérieur des géologues et paléontologistes français correspondait au même horizon que le Rothliegende inférieur d'Allemagne (1).

(1) H. Potonié, Die Flora des Rothliegenden von Thüringen, p. 224 (*Abhandl. d. k. preuss. geol. Landesanstalt*, Neue Folge, Heft 9).

Je n'ai que peu de chose à ajouter aux arguments que je viens de faire valoir à l'encontre de l'opinion de M. F. von Sandberger et qui répondent également à celle de M. Potonié. Pour ce dernier, les *Walchia* seraient caractéristiques du Permien, et il faudrait rapporter au Rothliegende toutes les couches où on en rencontre des empreintes. Il m'est impossible d'admettre que la présence sporadique de quelques rares *Walchia*, constatée par M. Grand'Eury dans la Loire aux niveaux les plus inférieurs, à Communay et à Montrond notamment, c'est-à-dire dans l'étage de Rive-de-Gier et dans celui des Cévennes, suffise à elle seule à faire classer dans le Permien des couches qui, par tout l'ensemble de leur flore, appartiennent nettement à la formation houillère, ne renfermant aucun autre type permien, et qui correspondent visiblement à la zone la plus inférieure de l'étage d'Ottweiler dans la Sarre; autant vaudrait alors dire qu'il n'y a pas dans la Loire de Houiller supérieur et que tout ce que nous désignons ainsi doit être classé dans le Permien. Ce serait là une conséquence extrême, à laquelle, à coup sûr, M. Potonié lui-même refuserait de souscrire; et cependant si la présence du *Walchia piniformis* est reconnue dans des couches appartenant à la base du Houiller supérieur, il est clair que cette espèce, et avec elle le genre *Walchia* lui-même, ne peuvent plus être considérés comme caractéristiques de la formation permienne. Il y a, d'ailleurs, concordance parfaite de flore entre les couches les plus basses du Rothliegende de la Thuringe, étudiées par M. Potonié, et celles que nous regardons en France comme représentant la zone la plus inférieure du Permien: dans les couches de Gehren et de Mauebach, on trouve, en effet, précisément les espèces que nous tenons également pour les plus caractéristiques de l'Autunien, telles que *Pecopteris pinatifida*, *Callipteridium Regina*, *Callipteris conferta*, *Walchia filiciformis*. L'accord est donc complet, ainsi que je l'avais rappelé déjà et que l'a constaté M. von Reinach, entre les géologues français et les géologues allemands en ce qui regarde l'attribution au Rothliegende ou à l'Autunien inférieur, des couches renfermant une flore ainsi caractérisée; dès lors, pourquoi vouloir attribuer au Permien, dans nos bassins français, des couches sous-jacentes qui ne renferment aucune de ces espèces caractéristiques?

On sait depuis longtemps que dans le Centre et le Midi de la France la formation houillère supérieure est particulièrement développée; sur beaucoup de points la sédimentation paraît avoir été continue, et l'on passe graduellement du Stéphanien au Permien. Il est naturel que, dans ces conditions, les modifications de

la flore soient moins tranchées que dans les régions où il y a eu interruption dans la formation des dépôts ; la limite peut même parfois, comme dans la Corrèze, être assez difficile à tracer, mais lorsque nous trouvons à un niveau donné des couches exactement semblables par leur flore à celles qui, partout ailleurs, sont considérées comme correspondant au début de l'époque permienne, nous devons évidemment les ranger sur le même horizon et placer immédiatement au dessous d'elles la limite entre le Permien et le Stéphanien ; les différences de flore accusées par l'absence constante, au-dessous de ces couches, des diverses espèces que j'ai citées tout à l'heure, et notamment de tout le groupe si remarquable des *Callipteris*, viennent à l'appui de cette délimitation, tandis que si l'on voulait rattacher au Permien ces couches inférieures, on ne saurait plus où s'arrêter et où fixer la limite des deux formations, faute de caractères distinctifs de quelque valeur : on serait amené à mettre sur l'horizon le plus inférieur de l'Autunien des couches différant sensiblement, par la constitution de leur flore, de celles qui sont reconnues en Allemagne pour appartenir à cet horizon, et ce serait seulement à un niveau plus élevé qu'on rencontrerait des couches véritablement assimilables à ces dernières. Un tel classement ne serait, à coup sûr, rien moins que satisfaisant.

Quant à M. Sterzel, il est, je crois, parfaitement d'accord avec moi sur les principes mêmes qui doivent servir de base pour la délimitation à établir, d'après la flore, entre le Stéphanien et le Permien : il exprime en effet l'avis (1) que la limite doit correspondre au moment où s'accomplissent, dans la flore, les modifications les plus importantes, et il estime qu'au milieu des transformations graduelles que l'on constate en passant de l'une à l'autre de ces deux formations, le changement le plus considérable, le plus accusé, consiste dans l'apparition du genre *Callipteris*, et en particulier de la série des formes du *Call. conferta*, l'espèce caractéristique entre toutes pour l'étage du Rothliegende. C'est exactement l'opinion que j'ai moi-même exprimée (2), et ce sont ces mêmes considérations qui m'ont servi de guide pour la détermination du niveau toutes les fois que je me suis trouvé en présence de couches situées au voisinage de la limite commune du Houiller et du Per-

(1) J. T. STERZEL, Die fossile Flora des Rothliegenden im Plauenschen Grunde (*Zeitsch. d. deutsch. geol. Gesellsch.*, XLIII, p. 779).

(2) R. ZEILLER, Etudes sur la flore foss. des dépôts houillers et permien des environs de Brive, p. 108-110.

ainsi que je l'ai dit plus haut, dans l'Autunien inférieur d'Igornay et de Trienbach.

De la présence de ces diverses espèces dans le Rothliegende de la Saxe, il ne ressort donc qu'une seule chose, à savoir que bon nombre de types stéphanien s'élèvent assez haut dans le Permien, ainsi qu'on le savait depuis longtemps, puisque plusieurs d'entre eux se continuent même jusque dans l'Autunien supérieur de Millery ; mais on ne saurait trouver là des arguments pour faire classer Commentry dans le Permien. D'autres espèces, il est vrai, comme *Callipteridium gigas*, *Necropteris Planchardi*, *Calamites (Arthropitys) gigas*, *Plagiozamites carbonarius* et *Plag. Planchardi*, sont plus significatives, et nous les avons nous-mêmes invoquées à l'appui de notre opinion ; mais si leur présence donne en effet, comme le dit M. Sterzel, à la flore de Commentry un caractère qui la rapproche de la flore permienne, il permet seulement, suivant moi, de conclure qu'on est là sur le seuil de l'époque permienne, mais non pas qu'on l'a dépassé.

J'ajoute que, si les nappes siliceuses de Montvicq, placées par M. de Launay sur le niveau des arkoses de Cosne, c'est-à-dire assez haut déjà dans le Permien, ne renferment pas d'autres types végétaux que les couches houillères de Commentry, il ne faut pas oublier que cette formation, qui repose sur les dites couches en stratification discordante (1), n'a fourni que de très rares empreintes végétales, tandis que la flore de Commentry est l'une des plus riches qui soient connues parmi les flores locales de l'époque paléozoïque ; l'absence des types permien caractéristiques y offre, dans ces conditions, une tout autre importance que dans la flore des arkoses de Montvicq. Elle peut, d'ailleurs, d'autant mieux être acceptée comme preuve en faveur de l'attribution des couches de Commentry au Stéphanien, que divers types houillers viennent, ainsi que le reconnaît M. Sterzel, fournir une preuve positive dans le même sens : aux espèces qu'il a lui-même indiquées comme accentuant le caractère houiller de la flore, telles que *Callipteridium pteridium* et *Alcθοpteris Grandini*, j'en ajouterai quelques autres, qui sont de même communes à Commentry, tandis qu'elles sont tout au moins fort rares dans le Rothliegende inférieur, comme *Necropteris cordata*, *Caulopteris peltigera* et autres espèces de ce même genre, *Sphenophyllum angustifolium*, *Cordaites foliolatus*, *Dicranophyllum gallicum*. Ce dernier n'a même, à ma connaissance,

(1) FAYOL, loc. cit., p. 339.

été signalé dans l'Autunien qu'à Igornay, car je doute fort qu'il faille lui attribuer les échantillons de Stockheim figurés par M. Potonié (1), dont les feuilles, bifurquées une seule fois et sous un angle extrêmement aigu, ressemblent plutôt à certains *Trichopitys* permien qu'au vrai *Dicr. gallicum*, lequel a toujours les feuilles deux fois bifurquées, excepté lorsqu'il s'agit de feuilles séminifères, ce qui n'est pas le cas des échantillons en question. Enfin, il est dans la flore de Commentry, comme je l'ai indiqué plus haut, quelques espèces qui, plus ou moins communes dans le Stéphanien, n'ont jamais, que je sache, été trouvées dans le Permien, à savoir : *Zygopteris pinnata*, *Diplotmema Busqueti*, *Pecopteris Bioti*, *Odontopteris genuina*, *Necropteris crenulata*, *Megaphyton Mac-Layi*, *Calamodendron congenium*. Leur présence à divers niveaux de la Grande Couche, au mur, au toit, dans le banc des Roseaux, ou dans les schistes de la deuxième couche, vient s'ajouter à l'absence des formes permienues les plus essentielles pour faire classer dans le Houiller ces différents niveaux, sans en excepter les plus élevés.

Je ne crois donc pas que le doute élevé par M. Sterzel soit fondé, et si l'ensemble de la flore prouve que les couches moyennes et supérieures de Commentry confinent au Permien, divers caractères, et non des moins importants, viennent attester qu'elles appartiennent encore au Stéphanien et s'opposer à ce qu'on les classe dans la zone même la plus inférieure de l'Autunien. Je n'insiste pas davantage, M. Sterzel paraissant lui-même, en fin de compte, après avoir posé la question, se rallier à l'opinion que nous avons exprimée, M. Renault et moi, et les raisons que je viens d'exposer suffisant à la justifier : le doute qu'il a émis prouve en tout cas le peu de faveur que rencontrerait auprès des paléobotanistes l'idée, soutenue par M. Julien, de rabaisser la Grande Couche de Commentry au niveau des couches les plus inférieures de Saint-Etienne.

En résumé, j'estime et je crois avoir établi que la Grande Couche de Commentry correspond bien, ainsi que nous l'avions dit, à la série d'Avaize, à l'étage des Calamodendrées, c'est-à-dire à la zone la plus élevée du Stéphanien, et qu'en outre, à un point de vue plus général, la limite entre le Houiller et le Permien a été, dans nos bassins du Centre de la France, fixée à sa véritable place et qu'il n'y a aucune modification à apporter à la classification jusqu'à présent admise.

(1) H. Potonié, loc. cit., p. 233, pl. XXIX, fig. 4, 2.

OBSERVATIONS SUR LES NOTES
COMMUNIQUÉES PAR M. JULIEN A L'ACADÉMIE DES SCIENCES
LES 24 JUILLET ET 21 AOÛT 1893, ET 15 JANVIER 1894.

par M. FAYOL (1).

Dans les notes de M. Julien auxquelles M. Zeiller vient de répondre pour la partie paléobotanique, il y a deux affirmations sur l'origine et le mode de formation du terrain houiller de Commentry qui me paraissent inexactes et sans fondement.

M. Julien dit :

1° « Que deux bancs du terrain houiller, le banc S^{te}-Aline et le » banc des Chavais, sont d'origine glaciaire ;

2° « Si l'on examine le mode de formation du terrain houiller » dans la France centrale, on voit, par l'examen des assises, que ce » mode est incompatible avec la théorie des *deltas* fluvio-lacustres » émise, il y a peu d'années, par M. Fayol... En réalité, ajoute » M. Julien, nos bassins houillers ne sont autre chose que des » lambeaux, plus tard soumis à des glissements et à des failles, de » formations d'origine glaciaire et alluvio-glaciaire.... »

En 1887, M. Julien, grand admirateur de la théorie des *deltas*, m'écrivait à ce sujet :

» Votre travail résistera à la morsure du temps. Il étonnera » d'abord. Il soulèvera des doutes et des contradictions. Il provo- » quera l'impression que j'ai ressentie moi même, au début, lors » de ma visite à Commentry. Mais il forcera la conviction, sans nul » doute, et plus le temps s'écoulera, plus les adhésions arriveront » en foule, plus il apparaîtra avec son vrai caractère, celui d'un pur » chef-d'œuvre et d'une des plus belles œuvres scientifiques du » XIX^e siècle.... »

Vous comprendrez, Messieurs, qu'il me soit plus agréable de m'en tenir à cette première opinion de M. Julien ; aussi vais-je essayer de la défendre. Ce n'est pas facile, car M. Julien n'a pas dit ses raisons pour ou contre la théorie des *deltas* ; ses trois notes

(1) Communication faite à la séance du 4 Juin 1894 ; manuscrit remis le 7 Juin. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 20 Juin 1894.

à l'Académie ne renferment ni une objection contre la théorie des *deltas*, ni une preuve en faveur de l'origine glaciaire des bancs de Ste-Aline et des Chavais ; nous sommes en présence de simples affirmations.

Examinons d'abord la première affirmation de M. Julien.

BANCS STE-ALINE ET DES CHAVAIS

Voici comment ces bancs ont été décrits dans le premier volume des *Etudes sur le terrain houiller de Commentry* :

Banc Ste-Aline. — « Le banc Ste-Aline, connu sur tout le pourtour » de la Grande Couche, a une constitution, une puissance et un » aspect exceptionnels. . . »

» Aux affleurements vers les Chavais, où il a sa plus grande épais- » seur (60 mètres), il est constitué principalement par d'énormes » fragments anguleux (allant jusqu'à plusieurs mètres cubes) de » micaschiste et de granulite, reliés et cimentés par des fragments » plus petits de même nature. . . »

» A mesure qu'on s'éloigne des Chavais, le banc change d'aspect » et de composition ; les blocs anguleux perdent leurs arêtes vives » et deviennent plus petits : la roche passe peu à peu au grès à » cailloux, puis au grès ordinaire et se perd, à l'est comme à l'ouest, » au milieu d'autres grès semblables. . . »

Banc des Chavais. — « Le Banc des Chavais, intercalé dans la » Grande Couche, a la forme d'une demi-lentille, dont le grand axe » serait aux affleurements. »

» Au milieu de sa longueur, dans la région des Chavais, sa puis- » sance atteint 8 mètres : elle va en diminuant de tous côtés à » mesure qu'on s'éloigne du centre et se réduit à 1^m,50 ou 2 mètres » à une distance de 300 à 400 mètres. *En même temps le banc passe » graduellement de l'état de conglomérat à celui de houille.* Cette » transformation s'accomplit également suivant la direction et » suivant l'inclinaison du banc ». »

» Dans sa partie puissante, le Banc des Chavais renferme des blocs » de 20 à 30 centimètres de même nature que ceux du Banc Sainte- » Aline, mais moins anguleux et plus altérés, comme s'ils avaient » subi plus longtemps l'influence des actions atmosphériques ». »

» Avec les blocs de micaschiste et de granulite se trouvent aussi » des blocs de *schiste et de grès houiller*, et des troncs fossiles disposés » en divers sens, dans toute l'épaisseur du banc. A mesure qu'on »

» s'éloigne du centre, les sédiments minéraux deviennent moins
 » grossiers et les débris de plantes plus nombreux ; graduellement
 » le banc devient plus charbonneux et passe à la houille. »

» Au-dessus et au-dessous du Banc des Chavais, la Grande Couche
 » est régulière. Les lits de houille ne sont pas plus dérangés au
 » contact des blocs du Banc des Chavais qu'au milieu de la Grande
 » Couche elle-même... »

Tels sont les deux bancs auxquels M. Julien attribue une origine glaciaire. Nous allons examiner si leur situation dans le terrain houiller, leur étendue, leur forme et leur composition permettent d'accepter cette hypothèse.

(a) Une coupe verticale faite aux Chavais, perpendiculairement à la direction des bancs, rencontre aux affleurements, depuis la base jusqu'au sommet du terrain houiller, environ six mille bancs dont l'épaisseur totale dépasse 1500 mètres. En dehors des deux bancs, St^e-Aline et des Chavais, tout cet ensemble est constitué par des grès, des schistes et de la houille, dont l'origine sédimentaire n'est point discutée. Il n'y a que deux bancs à très gros éléments, et ces gros éléments ont évoqué chez M. Julien l'idée de glaciers.

Si les phénomènes de charriage par les cours d'eau en pays de montagne combinés avec la sédimentation lacustre ne permettaient point d'expliquer d'une manière satisfaisante la formation des deux bancs St^e-Aline et des Chavais, il faudrait bien se résoudre à chercher une autre explication, malgré l'hésitation qu'on peut avoir à recourir à une hypothèse exceptionnelle pour deux bancs qui ne diffèrent des six mille autres que par la dimension des éléments de leur partie médiane. Mais ceux qui voudront bien se reporter aux *Etudes sur le terrain houiller de Commentry* verront que le besoin d'une nouvelle explication ne se faisait pas sentir ; l'origine et le mode de formation des deux bancs y ont été l'objet des explications les plus détaillées, sans glaciers bien entendu.

Passons maintenant à une autre série d'objections.

(b) Nous avons vu que dans la région des Chavais, tout le terrain houiller (sauf les bancs de St^e-Aline et des Chavais) est constitué par des grès, des schistes et de la houille. La nature du terrain, la composition des bancs, les innombrables empreintes végétales abondamment répandues, et notamment les débris de Fougères arborescentes permettent de se faire une idée du régime hydrologique et climatérique de l'époque houillère. N'oublions pas que le Banc St^e-Aline ressemble sur son pourtour à tous les autres bancs

de grès du bassin, et que le Banc des Chavais renferme lui-même une énorme quantité de Fougères.

Voici donc un bassin de quelques kilomètres de longueur où règne la température nécessaire aux Fougères arborescentes ; pas un seul moment les débris de fougères n'ont cessé de s'amonceler dans les diverses parties du bassin, même pendant le dépôt des blocs du banc des Chavais.

Néanmoins, pour expliquer la présence des blocs, M. Julien n'hésite pas à imaginer deux envahissements de glaciers, dans la toute petite région des Chavais. Ils seraient arrivés là, sans qu'aucune modification dans la température de l'ensemble du bassin se fût produite, et ils auraient disparu bientôt, laissant les phénomènes sédimentaires s'accomplir après comme auparavant.

On reconnaîtra que c'est faire appel à des phénomènes bien invraisemblables pour deux bancs dont la formation s'explique très facilement sans glaciers.

(c) Mais, où l'hypothèse de M. Julien devient plus qu'invraisemblable, c'est lorsqu'elle fait une moraine du Banc de Chavais, de ce banc si connu, si complètement décrit et expliqué dans les *Etudes sur le terrain houiller de Commentry*, et si facile à observer encore aujourd'hui. On peut voir ce banc passer graduellement, en quelques centaines de mètres de longueur, d'un conglomérat de 8 mètres d'épaisseur à une couche de houille de 1^m30 d'épaisseur.

Et ce banc serait une roche glaciaire ?

Je ne crois pas devoir m'arrêter plus longtemps à la première affirmation de M. Julien. La prétendue origine glaciaire des bancs St^e-Aline et des Chavais ne résiste pas à l'examen.

Dans les *Etudes sur le terrain houiller de Commentry*, j'ai dit que « aucun vestige de glacier n'a été rencontré... ». C'était la simple constatation d'un fait qui a sa valeur, étant donné l'inventaire très attentif et très minutieux que j'ai fait des éléments constitutifs du terrain houiller de Commentry.

J'ai dit aussi, m'appuyant sur un grand nombre d'observations, que selon toute probabilité, les sommets voisins du bassin de Commentry n'avaient pas dû s'élever à plus de 1000 mètres au-dessus du niveau du lac houiller.

Données sans parti pris et en dehors de toute polémique sur les glaciers qui n'étaient pas alors en question, ces deux preuves négatives

tives garderont une valeur sérieuse jusqu'à ce qu'on leur ait opposé des preuves positives, ce qui n'a pas encore été fait.

Cela dit, et avant d'aborder la seconde affirmation de M. Julien concernant la *théorie des deltas*, je ne voudrais point laisser croire que la présence de blocs glaciaires dans un terrain houiller peut être en opposition avec cette théorie.

La théorie des *deltas* ne serait pas plus troublée par la présence de blocs glaciaires dans un terrain houiller, que ne le sont, par exemple, les lois de la sédimentation dans les lacs suisses par des blocs pris aux moraines par les cours d'eau et charriés jusqu'à leur bassin de dépôt.

Les glaciers de l'époque houillère et la théorie des deltas sont des questions tout-à-fait différentes qui ne sont point nécessairement liées. M. Julien semble avoir pensé le contraire et sa seconde affirmation, concernant l'incompatibilité du mode de formation du terrain houiller de Commeny avec la *théorie des deltas*, n'a plus de base du moment où les bancs St-Aline et des Chavais ne sont pas des roches glaciaires.

M. Julien sait bien d'ailleurs que la théorie des deltas repose sur une vingtaine de particularités, dont il a été très frappé en 1887, et qu'il n'est plus possible de passer sous silence lorsqu'on s'occupe du mode de formation du terrain houiller; par exemple :

- Les variations de puissance et de nature d'un même banc ;
 - Le passage d'un même banc du poudingue à la houille ;
 - Le défaut de parallélisme des bancs ;
 - Le changement assez rapide de la constitution élémentaire des diverses parties d'un même dépôt, dans le sens latéral ;
 - La disparition assez rapide d'un faisceau de bancs ;
 - Les ramifications des couches ;
 - La constitution variable du toit et du mur des couches d'origine végétale ;
 - Les amas de houille aux formes bizarres ;
 - Les intercalations minérales au milieu d'une couche végétale ;
 - Les fausses stratifications, corrosions, refoulements, plissements, glissements, cassures et autres *accidents locaux* qui n'affectent qu'un petit nombre de bancs et sur un espace restreint ;
 - Les bancs de houiller remanié ;
 - Les tiges couchées, inclinées, renversées et debout au milieu des sédiments détritiques.
- Etc....

La plupart de ces particularités sont très accentuées dans le Centre de la France et souvent mises en évidence par les exploitations à ciel ouvert. Elles sont moins accentuées dans le Nord (j'en ai dit les raisons) et elles n'y sont pas visibles dans les carrières.

C'est ce qui justifie, dans une certaine mesure, l'oubli dans lequel les laissent généralement nos confrères du Nord et de la Belgique. Pour ces géologues toute la discussion sur les théories houillères semble devoir être limitée aux *affaissements* et aux *tiges debout*.

On bat en brèche la théorie des deltas par les tiges debout ; on oppose à celle des tourbières les affaissements qu'elle exige. On peut constater cet état de la discussion dans un très intéressant article que M. Firket vient de consacrer dans la *Revue universelle* de Liège, à l'*Origine et au mode de formation de la houille*.

Il me semble que la question des *affaissements* pourrait être définitivement réglée, si l'on voulait bien soumettre à l'épreuve de la représentation graphique, comme je l'ai fait pour Commentry, la marche et les différentes phases de la formation du bassin franco-belge ou d'une partie de ce bassin. Une douzaine de figures suffiraient ; naturellement, les affaissements du sol y seraient nettement représentés. Considérant l'hypothèse des affaissements comme une erreur, et comme une erreur d'autant plus préjudiciable qu'elle a joué et joue encore un rôle plus important dans la Science géologique, il me semble que ce n'est pas trop demander à ses partisans.

Quant aux tiges debout, les diverses conditions dans lesquelles on les trouve ont été décrites, figurées, discutées et expliquées avec le plus grand soin dans les *Etudes sur le terrain houiller de Commentry*. Ces faits ne comportent à mon avis qu'une seule explication : le transport.

Mais pour arriver à une opinion il faut sortir des considérations vagues ; il faut serrer de près chaque fait. Le terrain houiller est assez connu aujourd'hui pour cela.

Dans la récente note que je citais tout-à-l'heure, M. Firket dit :

« ... Enfin, il ne me semble pas possible d'admettre qu'il n'existe » dans le bassin de Commentry, que des végétaux transportés, et » que pas une seule des tiges debout ou des souches enracinées » que l'on y trouve, ne soit à la place même où elle a vécu. . . »

M. Firket semble demander qu'on lui concède que quelques-unes au moins des tiges *debout* qui sont dans le terrain houiller de Commentry, sont à la place où elles ont vécu : Il admet donc que les autres tiges *debout* ont été charriées ? Pourquoi pas toutes ?

Si l'on doute que des tiges, pourvues ou non de racines, puissent se déposer *debout*, je prie qu'on se reporte aux observations et expériences que j'ai publiées dans les *Etudes sur le terrain houiller de Commentry* et qui ont été sanctionnées par la Société géologique de France (1).

Si l'on m'objecte que les couches superficielles des *deltas*, celle que j'ai appelées *alluviales*, peuvent contenir des tiges *debout* fossilisées sur place, je rappellerai que le terrain houiller de Commentry a perdu ses couches alluviales par corrosion et qu'il ne lui reste qu'une partie de ses couches neptuniennes, formées dans une profondeur d'eau où la végétation arborescente n'existe plus.

De ce qui précède, je crois pouvoir conclure :

1^o Qu'il n'y a pas de roches glaciaires dans le terrain houiller de Commentry ;

2^o Que la théorie des *deltas* est encore la seule qui rende compte d'une manière satisfaisante de toutes les particularités des terrains houillers de Commentry.

(1) *B. S. G. F.* Réunion extraordinaire dans l'Allier du 19 au 29 Août 1898.

**OBSERVATIONS A LA NOTE DE M. JOUSSEAUME
SUR LES FOSSILES DE CORINTHE,**

par **Gustave F. DOLLFUS** (1).

La communication de notre confrère le Dr Jousseau, qui a paru récemment au Bulletin (3^e S. T. XXI, p. 394) sur une série de fossiles provenant de l'isthme de Corinthe, me suggère diverses observations critiques.

Ces observations ne portent pas sur le fond même du sujet ou sur les théories qu'il a émises sur la formation de la Mer Rouge, de la Palestine et de la Méditerranée orientale ; elles se bornent à la nomenclature qu'il a employée pour désigner les coquilles du Pleistocène de la Grèce, nomenclature en grande partie nouvelle et qu'il n'a appuyée d'aucune preuve.

Il ne nous paraît pas possible qu'on puisse dire actuellement que « les Malacologistes modernes sont à peu près dans la situation des ouvriers de la tour de Babel ». Après les travaux critiques approfondis de Deshayes, de Gray, de Woodward ; après ceux de Monterosato, de Tryon, de Stoliczka et de tant d'autres esprits indépendants ; après l'enquête approfondie et savante de notre regretté collègue, le Dr Fischer, nous pensons, au contraire, que la nomenclature en Conchyliologie est aussi solidement établie que dans les autres parties de l'Histoire naturelle.

La nomenclature lamarckienne n'est pas une nomenclature « d'outre-tombe » comme la qualifie M. Jousseau, c'est la base solide des travaux modernes et les changements qu'on y a apportés n'en sont presque tous qu'une simple extension.

Si M. Jousseau a trouvé dans la collection de l'Ecole des Mines des étiquettes portant des noms spéciaux, manuscrits, dus à l'initiative de M. Bayle, il aurait dû s'informer que cette nomenclature, non démontrée, faisait le désespoir des élèves et le regret des naturalistes qui visitaient la collection. Il n'y a réellement de détruit en sciences que ce qui est remplacé par quelque chose de meilleur et de bien établi et c'est cette démonstration qui manque à la nomenclature nouvelle.

(1) Communication faite dans la séance du 4 Juin 1894 ; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 4 Juillet 1894.

Je n'entreprendrai pas de rectifier ici toutes les appellations de coquilles méditerranéennes vulgaires devenues méconnaissables et figurant au tableau de M. Jousseau, et sans vouloir rappeler que le Bulletin de la Société, d'après un règlement fort sage, ne doit pas accueillir de noms génériques nouveaux sans un mot d'explication, j'examinerai rapidement l'historique de quelques-uns des noms de genres les plus connus ; saisissant cette circonstance pour attirer l'attention de nos collègues sur la nomenclature des Mollusques vivants et fossiles dont plusieurs sociétés savantes se sont récemment occupées, et que j'ai cherché à approfondir depuis une dizaine d'années.

J'envisagerai rapidement la question « spécifique » pour m'étendre un peu plus sur la valeur des « genres » qui est plus compliquée.

Il est certain qu'on trouve dans beaucoup d'auteurs antérieurs à Linné des exemples de nomenclature binominale, mais le plus souvent les animaux étaient désignés par une phrase latine, sorte de diagnose dont les termes étaient plus ou moins modifiés, transposés, remaniés par les auteurs, il est certain que l'idée philosophique d'une nomenclature binaire formée de deux termes constants appartient bien en propre à Linné et ne lui est même venue que tardivement. Dans l'édition X du *Systema Naturæ* à laquelle il est souvent fait allusion et dont je mets un exemplaire sous les yeux de la Société, la nomenclature nouvelle n'apparaît pas, elle n'existe que dans l'édition XII de 1766, et c'est avec connaissance de cause que l'Association Britannique, quand elle a établi les règles de la nomenclature, a décidé de s'arrêter dans la spécification à Linné, reconnaissant l'inutilité d'une recherche antérieure et considérant comme des cas fortuits les exemples qu'on peut citer dans les auteurs anciens. Bien qu'on puisse considérer, par exemple, Adanson comme un des précurseurs de Linné dans la nomenclature, on n'y trouve pas l'idée philosophique du Genre et de l'Espèce assez nettement établie pour qu'on puisse la faire remonter jusqu'à cet auteur (1757).

Remarquons immédiatement que Linné lui-même a tenu le plus grand compte des travaux de ses prédécesseurs, il les cite avec éloge dans ses préfaces, il renvoie à leurs travaux, cite leurs figurations et adopte les noms qu'ils ont proposés chaque fois qu'il reconnaît nettement les espèces. Le nom spécifique est dans son esprit le nom fondamental de l'espèce bien indépendant du nom générique qui est variable dans une certaine mesure, et il n'y a guère que le

cas de double emploi du même nom pour deux formes différentes qui puisse autoriser le remplacement d'un nom spécifique, il a un caractère à ce point indélébile qu'on a été jusqu'à refuser le droit de le changer à son créateur, même lorsqu'il le reconnaît ultérieurement impropre pour quelque raison que ce soit.

Pour les genres la recherche historique ne se trouve pas bornée de la même façon, tout genre reconnaissable, par description, figuration, citation suffisante, doit être adopté par ordre de publication.

Nous pouvons puiser des noms génériques dans Aristote, nous devons les adopter chez les auteurs de la Renaissance autant que leur reconnaissance est possible, nous y puisons notre bien et la tradition reste ininterrompue à travers les générations de zoologistes nomenclateurs.

Il y a là une question d'ordre, de règle, d'hommage rendu à un devancier, de probité scientifique qui nous conduit à adopter les noms génériques les plus anciens. Cette recherche ne vient pas sans difficultés et quelques naturalistes ont voulu arrêter à Linné la recherche générique comme l'idée spécifique, mais cette manière de voir simplifiée était injuste comme sacrifiant tous les travaux des siècles passés; d'autres auteurs à la suite de M. Bayle, parmi lesquels paraît se ranger M. Jousseau, ont voulu limiter la recherche générique à Lang, en 1722, parce que cet auteur a publié un opuscule intitulé : *Methodus nova testacea marina in suas classes, genera et species distribuendi*. (Lucerna, petit in-4°). Mais il n'est pas difficile en ouvrant ce livre de voir qu'il n'y existe pas de nomenclature binominale, que les divisions en classes, genres et espèces, sont analogues à celles qu'on trouve antérieurement dans Aldrovande, Lister, Rumphius, qu'il n'a rien innové, rien figuré, rien décrit de reconnaissable. Comme l'a dit un érudit du siècle dernier, un Dr Fischer, en 1733, Lang n'a fait qu'appliquer aux Mollusques la classification créée en Botanique par Tournefort. Il ne nous semble pas du reste que M. Bayle ait jamais rédigé aucune note dans laquelle il ait déclaré nettement s'arrêter à Lang.

Remarquons encore que Linné, bien qu'il ait eu une connaissance très complète de la littérature du sujet, n'a pas tenu compte de tous les genres créés avant lui, que Bruguière et Lamarek qui connaissaient parfaitement aussi les travaux antérieurs ne les ont pas tous adoptés; c'est qu'ils ont apporté un esprit critique dans leurs études et ont choisi dans les documents existants ceux qui leur ont paru probants, bien que le principe et les lois de la priorité n'eussent point encore été débattus et promulgués à cette époque,

tous les naturalistes sérieux en tenaient compte et ne créaient de genres qu'autant qu'aucun de ceux publiés antérieurement ne leur paraissait acceptable.

Dans une étude spéciale que nous poursuivons, M. Dautzenberg et moi, sur les Mollusques marins du Roussillon depuis 1881, nous avons été amenés à étudier la validité historique de bien des genres, et nous avons trouvé dans l'étude approfondie du sujet presque toujours la confirmation des vues de Lamarck ; beaucoup de corrections proposées postérieurement à sa nomenclature provenaient seulement d'une enquête moins soignée que la sienne, d'une appréciation incomplète des documents les plus anciens.

La multiplication des genres est une des conséquences légitimes de la découverte d'espèces toujours plus nombreuses, et ce progrès a été fort rapide, c'est une tendance qu'on semble même exagérer beaucoup de nos jours ; nous avons relevé les nombres suivants : Il y a 36 genres de Mollusques dans Linné ; 123 dans le *Prodrome* de Lamarck en 1798, 158 dans son tableau de 1801. Nous en relevons 810 dans Gray en 1849 et leur nombre n'est pas inférieur à 3200 dans Fischer en 1887.

Devant ce flot montant, avant de créer des genres nouveaux n'est-il pas utile de bien préciser les genres les plus anciens, de posséder complètement les types des vieux genres. Lamarck nous vient en aide dans cette difficulté, en 1798 (21 Frimaire an VII) il a présenté à la Société d'Histoire Naturelle de Paris qui se reconstituait à la fin de la tourmente politique un « *Prodrome d'une nouvelle classification des Mollusques* », dont je demande la permission de citer quelques lignes remarquables et prophétiques formant l'introduction :

« Depuis qu'on a senti que la Conchyliologie avait un but important pour l'avancement de l'Histoire Naturelle, on a cessé de faire des coquilles un vain objet d'amusement et de curiosité, leur étude intéresse maintenant les vrais naturalistes.

» Il est essentiel aussi, très essentiel de rechercher et de déterminer les analogues vivants du grand nombre de coquilles fossiles qu'on trouve enfermées au milieu même de nos vastes continents. Les conséquences qu'on pourra tirer de ces déterminations sont d'un si grand intérêt pour l'Histoire Naturelle et surtout pour la théorie même du globe que nous habitons, puisqu'elles peuvent nous éclairer sur la nature des changements qu'ont successivement éprouvés les différents points de la superficie.

» Ce n'est que par la justesse de la détermination de nos coquil-

lages qu'on pourra obtenir des conséquences solides et fondées sur plusieurs points de la théorie de notre globe.

» Je me borne dans ce mémoire à une simple exposition des caractères génériques et à la citation d'une seule espèce de chaque genre, afin de me faire mieux entendre. »

Un peu plus tard, en 1801, Lamarck a complété et remanié son *Prodrome*, il a remplacé quelques types, ce qui n'a pas été sans entraîner quelque perturbation dans la nomenclature, car bien des écrivains comme Gray, Hermannusen, n'ont pas eu entre les mains le travail de 1798, élaboré plus anciennement encore, mais publié seulement en 1799, et n'ont pas pu en tenir compte. Swainson, en 1840, n'avait connaissance, à Londres, d'aucun travail de Lamarck, antérieur à son *Histoire des Animaux sans vertèbres* (1815-1822).

Les travaux de Lamarck en Conchyliologie, ne sont cependant que la suite logique des études de son ami Bruguière et d'une longue pléiade de savants français qui ont collectionné les coquilles vers le milieu du XVIII^e siècle, des de Favannes, des d'Argenville, Davila, etc.

Nous savons même qu'une des belles collections de coquilles de l'époque, propriété du ministre Calonne, étiquetée par les soins des savants français, fut vendue à Londres à la fin de l'émigration, en vente publique et qu'elle fut l'objet d'un catalogue publié par un marchand nommé Humphrey, catalogue rarissime daté de 1797, dont nous avons pu voir un exemplaire à Londres, sur lequel il transcrivit plus ou moins exactement les étiquettes de la collection et qui porte l'indication de pas mal de genres nouveaux, dont une dizaine sont en tout point semblables à ceux du *Prodrome* de Lamarck. Plus tard, on a voulu en attribuer le mérite à Humphrey, comme auteur d'une publication antérieure; Swainson, qui reproduit ce document à titre de curiosité, s'est demandé quel était le plagiaire sans trouver d'explication, mais s'est gardé d'employer les noms d'Humphrey. Aujourd'hui la lumière est faite et le catalogue établi par le marchand anglais sur la collection française en 1797, ne saurait prévaloir contre le *Prodrome* mûri du naturaliste français de 1798.

Dans bien des genres le choix d'un type peut être l'objet de contestations, et M. Bayle a cru lever la difficulté en considérant comme type la première espèce décrite, il ne nous semble pas qu'il ait du reste jamais formulé nettement cette proposition qui ne supporte pas un examen approfondi; souvent les espèces décrites par les auteurs sont groupées tout à fait arbitrairement, par ordre

alphabétique, géographique, sans qu'on puisse découvrir avec toute l'attention possible une préférence, un type, une intention quelconque ; dans ce cas nous ne pensons pas qu'il y a lieu de forcer la pensée de l'auteur et d'y chercher un type qui n'y existe pas. Mais c'est dans les auteurs subséquents qui se sont occupés du même genre qu'on pourra trouver une indication. On admet en principe que tout naturaliste a la faculté de démembrer un genre existant sous deux réserves logiques ; c'est qu'il laisse quelque chose dans le genre qu'il démembre, et qu'il précise exactement le ou les espèces qu'il en extrait. En cherchant dans les travaux postérieurs on trouvera toujours à préciser les genres trop touffus ou qui sont devenus tels.

La nomenclature comme toutes les sciences a besoin de la sanction de la discussion, et les principes que nous rappelons ont besoin d'être combattus si on désire les changer. Dans le cas présent, nous savons que notre regretté collègue P. Fischer, pour son *Manuel de Conchyliologie*, a pesé et scruté avec un jugement sûr et impartial toutes ces questions, qu'il a tenu à faire passer les épreuves de son travail sous les yeux de M. Bayle qui a pu lui signaler sa manière de voir, qui a pu défendre ses étiquettes, et si Fischer n'a pas adopté généralement sa manière de voir c'est qu'il a trouvé les changements proposés, probablement mal fondés ; il en a toutefois admis un certain nombre.

Murex. — Voici le *G. Murex* qui est changé en *Purpura* par M. Jousseau, qui emploie le mot de *Murex* pour désigner les Strombes, tandis que les *Purpura* des auteurs passent dans un genre *Stramonita* de Schumacher : la confusion est complète.

Nous pensons que cette idée repose sur une appréciation du genre *Murex* arrêtée à Tournefort en 1742, et au tableau de la nomenclature des genres de coquilles donné par cet auteur dans la préface du grand ouvrage iconographique de Gualtiéri ; elle ne tient pas compte des travaux antérieurs et notamment d'un petit travail fort bien fait pour l'époque, le traité « de *Purpura* » de Fab. Colonna, publié à Rome en 1616, dans lequel l'auteur a amplement démontré la confusion faite par les anciens, entre le nom de la couleur et celui de la coquille qui la fournissait et les termes à employer (1).

Parmi les *Murex* de Linné, il semble bien établi après la dissertation de Cuvier, Puillon-Boblaye etc., que la pourpre était fournie principalement par le *Murex brandaris*, « *Murex purpura* » comme

(1) Fabii Columnæ — Tractus de *Purpura*, édit. cura Majoris, p. 1. *Purpura* igitur color..., p. II. Isidorius refert. « *Murex cochlea est maris* »....

dit Linné, d'après Rondelet, et que c'est bien le *Murex brandaris* qui a été le type d'Aristote et qui doit rester le type du genre.

Inversement, le *Murex* méditerranéen de M. Jousseau ne n'est autre chose que le *Strombus bubonius* Lamk., var. *mediterranea* Duclos. On trouvera dans une notice du Dr Simonelli (1) une discussion intéressante sur cette espèce caractéristique du Quaternaire ancien.

Le genre *Strombus* est un vocable remontant à Aristote, mais qui ne se trouve pas dans sa classification et dont le sens primitif exact a été perdu. Le plus ancien écrivain de la Renaissance, Gesner, en 1650 (Tome IV, p. 928) a décrit et figuré deux espèces : *Strombus magnus*, qui est devenu *Rostellaria curvirostris*, *Strombus minor*, probablement *Triton corrugatus*.

Bonnani a figuré sous ce nom des *Trochus* et des *Cerithium*, Rumphius des *Terebra* et des *Cérithes*, Gualtieri des *Mitra*, des *Fuseaux* et des *Pleurotomes*. Lister leur a donné le nom de *Buccinum* et d'Argenville comme Aldrovande les réunissait aux *Murex*. Il semble que ce soit Lang, en 1722, et Linné, en 1740, qui aient dirigé les vues actuelles; enfin Lamarck, en 1798, a fixé, à nos yeux, définitivement le genre *Strombus* en indiquant pour type, le *Strombus pugilis* Linné.

Nous n'apercevons dans tout cela aucune raison pour bouleverser la nomenclature établie, au contraire, Linné, Lamarck et autres nous paraissent avoir suivi de leur mieux la tradition historique. Les autres *Murex* sont placés par M. Jousseau dans des sections qu'il élève au rang de genre : *Phyllonotus*, *Tritonalia*, *Ocinobrellus*, sur le détail desquels nous ne pouvons entrer actuellement.

Nassa. — Le genre *Nassa* a été créé par Klein en 1753, il est basé sur deux figures, l'une de Bonuani représente une sorte de *Terebra*, l'autre est méconnaissable ; on peut donc dire qu'il n'a été réellement créé que par Lamarck en 1798, lorsqu'il lui a donné comme type le *Buccinum mutabile* de Linné. Nous ne voyons pas là une raison pour faire disparaître le G. *Nassa* et pour employer les noms de M. Jousseau. *Bilinassa* est certainement manuscrit et il est attribué au type même de Lamarck. *Nanina* Risso fait double emploi avec le G. *Cyclope* Risso, mais comme il s'applique à une coquille non adulte décrite quelques pages plus loin à l'état adulte sous le nom de *Cyclope*, il nous paraît sans valeur.

(1) Terreni e ossili dell' isola di Pianosa nel mar tirreno. *Bull. Com., géolog., Italiana*, Rome, 1889.

Ce genre disparaît du reste devant le *G. Neritula* établi par Plancus dès 1739.

Le *G. Tritia* Risso a été abandonné par son auteur même qui a adopté le *G. Planaxis* Lamarck dans un sens différent de celui primitivement établi, sans indiquer ni type, ni diagnose ; c'est un groupe des Nasses, pas autre chose, et un mot à abandonner.

Le *G. Granula* a été créé par M. Jousseau dans sa monographie des Marginelles en 1875, mais l'auteur n'y plaçait pas alors le *Marginella clandestina* Brocchi comme il le fait aujourd'hui ; par contre le genre *Cystiscus* qui suit et dans lequel il place le *Marginella minuta* Pfr. était alors une *Granula* ; ces genres n'ont pour nous qu'une valeur secondaire et ne peuvent être considérés comme de véritables genres, car avec ce système on arrive à faire un genre avec chaque espèce.

G. Gourmierium. — Ce genre nouveau, doit avoir pour origine le Goumier d'Adanson, mais il arrive mal à propos, car le *Cerithium vulgatum* auquel il est appliqué appartient certainement au même groupe que le *C. Adansonii* Brug. qui est fort voisin du *C. aluca* L. (*Murex*), type du genre *Cerithium* pour Lamarck en 1798.

Le *G. Eutropia* Humphreys ne saurait renverser celui de *Phasianella* établi depuis longtemps dans la Malacologie française comme nous l'avons exposé ailleurs. (Moll. du Roussillon, I, p. 336). Le *G. Tricolia* Risso n'a de valeur que pour désigner un groupe de Phasianelles et nous ne voyons aucune raison pour séparer la *Ph. Vieuxii* de Payraudeau de la *Ph. pullus* et pour la placer dans un genre différent.

Le *G. Vagina* est mauvais, puisqu'il est basé justement sur le type du genre *Solen* : le *S. vagina* Linné.

Le *G. Chama* ne saurait être employé pour *Solecurtus* Blainv., c'est un vocable d'Aristote assez obscur qui a été lentement circonscrit par Linné en 1758, par Bruguière en 1792 et par Lamarck en 1798 jusqu'au type actuel, qui est le *Chama lazarus* L. Par contre, les coquilles que nous avons l'habitude de désigner comme des Chames figurent dans la liste de M. Jousseau sous le nom de *Globus*, or les *Globus* de Klein sont des formes peu reconnaissables en tête desquelles figure un *Cardium*.

Le *G. Isocardia*, qui est appliqué à un *Cardium*, repose sur une erreur de Moersch qui, dans le catalogue de la vente de la collection du comte de Yoldi, a préconisé un des premiers une foule de résurrections intempestives, malheureusement adoptées sans vérification par les Frères Adams, Chenu et quelques autres malacologistes.

Isocardia est un genre, considérable dans Klein, qui a été repris par Lamarck et circonscrit par lui en 1798 au *Chama cor* de Linné qui figure au nombre des espèces reconnaissables de Klein, rien n'est plus régulier. Plus loin, nous voyons qu'une partie des Pecten qui deviennent des Pectunculus, et les Pectunculus prennent le nom d'*Axinea* Poli tandis que la filiation scientifique permet de passer du nom d'Aristote à celui de Lister, qui a employé dès 1678 le nom de Pectunculus en figurant le *P. glycymeris* comme type.

Il faut être familier avec la synonymie pour reconnaître la *Cardita sulcata* sous le nom de *Chama antiquata*.

La *Corbula gibba* Olivi, espèce connue, passe dans le *G. Erodona* Daudin; mais Fischer a montré que le *Mya erodona* Lamk. type de ce genre était une coquille potamique de l'Amérique du Sud, très différente, et M. Cossmann a repris le nom d'*Agina* Turton (1822) pour ce groupe intéressant de Corbules pisiformes.

Notre confrère croit-il avoir fait une œuvre utile en bouleversant ainsi la nomenclature? Il désire sans doute la perfectionner, mais encore s'agit-il de démontrer la validité de ses perfectionnements. La science ne doit pas être l'apanage de quelques initiés, elle doit fournir des explications à tous. De semblables changements sont un objet de terreur pour les étudiants, ils éloignent de nous d'excellents esprits et prêtent le flanc à une critique regrettable; il ne faut les faire qu'avec une extrême circonspection et avoir vingt fois raison pour les préconiser.

J'envisagerai un peu différemment le classement de la faune étudiée par M. Jousseau et qui renferme seulement deux formes éteintes ou émigrées : elle est nettement pleistocène, et pleistocène ancien; elle n'est plus du Pliocène, bien qu'elle en procède directement par le grand nombre de formes communes, car elle s'en éloigne par le manque de quelques espèces généralement répandues dans cet étage. Il est impossible d'y voir deux faunes, elle montre au contraire une période de fixité très longue dans l'animalité; la faune méditerranéenne vivante dans son ensemble, dérive par une lente évolution de la faune miocène de la même région. Elle en dérive malgré diverses acquisitions brutales et autant de disparitions inopinées, elle en dérive comme présentant beaucoup d'espèces qui se sont maintenues sans modifications appréciables, et sans les événements brusques d'arrivée ou d'extinction de certaines formes concomitantes avec certains mouvements du sol, nous serions souvent fort embarrassés de tracer des limites dans la longue succession ininterrompue de la vie de la Mer miocène et de la Mer actuelle; c'est l'Ère néogène.

NOTE SUR *LACAZINA WICHMANNI* SCHLUMB., n. sp.,

par C. SCHLUMBERGER (1).

(Pl. XII).

Lorsqu'on veut étudier les Foraminifères contenus dans un calcaire compact d'où on ne peut les extraire, force est d'avoir recours à des sections minces pour se rendre au moins compte des genres. Mais, pour pouvoir diriger ces sections d'une manière rationnelle il est indispensable d'avoir à sa disposition une quantité de matériel suffisant pour en sacrifier une partie. Si l'échantillon à examiner est rare ou de faible dimension on se trouve réduit au hasard d'une section favorable.

C'est dans ces dernières conditions que j'ai pu examiner un fragment de calcaire fossilifère, provenant de la côte N.-O. de la Nouvelle-Guinée, qui m'a été envoyé par M. le Dr Wichmann, Conservateur du Musée d'Utrecht.

C'est une roche très compacte de couleur rougeâtre, prenant un beau poli à la surface duquel le têt des nombreux Foraminifères se détache en blanc.

Ce même calcaire, dont provient mon fragment, a été étudié et décrit par M. le Dr Martin, de Leiden, et il avait confié l'examen des fossiles à Schwager, Conservateur du Musée Royal de Munich. Voici le passage du travail de M. Martin, concernant ce calcaire :

« Au point de vue paléontologique, cette roche est remarquable par le grand nombre de Foraminifères qu'elle renferme; par places ils sont si abondants que leur têt blanc donne au calcaire un aspect tacheté. D'après l'examen que M. Schwager a bien voulu en faire, ces organismes appartiennent au genre *Alveolina* et sont très voisins de *A. sphaerica* Fortis. Quoiqu'ils soient généralement de forme sphérique, il est remarquable que beaucoup d'entre eux montrent une construction fort irrégulière, si bien que dans les sections leur contour est très sinueux. Leur dimension atteint de 1 à 2^{mm}, rarement 4^{mm}, et le nombre de tours est de 6 à 8, parfois de 12 et plus.

(1) Note présentée à la séance du 18 Juin 1894; manuscrit remis le 9 Juin 1894. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 6 Juillet 1894.

Il est impossible de mentionner plus de détails sur ces Foraminifères que l'on ne peut examiner qu'en sections minces, mais leur forme est si caractéristique qu'ils sont faciles à reconnaître et à comparer à d'autre espèces (1) ».

Cette description cadre parfaitement avec les observations que j'ai pu faire moi-même sur une coupe mince de cette roche : les soi-disant Alvéolines sont en nombre considérable, on en compte plus de quarante par centimètre carré, beaucoup d'entre elles ont un contour très sinueux au lieu d'être ovale ou circulaire ; elles sont associées à beaucoup d'autres Foraminifères plus petits dont les sections sont fort reconnaissables (*Rotalina* et *Miliolida*) ce que Schwager n'a pas signalé, mais dans ma section on ne voit qu'une seule coupe, peu nette il est vrai, d'une véritable *Alveolina* du sous-genre *Floresulina*.

Les sections examinées par Schwager en contenaient-elles davantage, ce qui est douteux, ou bien est-il tombé dans la même erreur que d'Orbigny au sujet de son *Alveolina compressa* du Sénonien de Martignes (2)? Il est impossible de le savoir puisque depuis lors Schwager est décédé.

Quoiqu'il en soit, ces Foraminifères de la Nouvelle-Guinée n'en sont pas moins fort intéressants puisqu'ils constituent une espèce nouvelle de *Lacazina* que je dédie à Monsieur Wichmann, qui me les a communiqués. Voici la description de cette espèce.

Lacazina Wichmanni Schlumb. Fig. 1, Pl. XII, Fig. 2-5.

Les figures photographiques 3 et 4 de la Pl. XII reproduisent des sections longitudinales du plasmotrachum, mais les coupes n'ont pas passé exactement par l'axe. Elles sont un peu obliques tout en ayant traversé la loge initiale. Dans la figure 3, les six dernières loges et dans la figure 4, les trois premières montrent nettement leur mode de construction et ces données m'ont permis d'établir la section demi-schématique Fig. 1 qui se rapporte surtout à la Fig. 3 de la plaque.

La loge initiale sphérique est complètement enveloppée par la première loge qui a son ouverture au pôle inférieur de la figure. La seconde loge, à son tour, enveloppe la première et forme son ouverture au pôle opposé et la même disposition se continue jusqu'à la fin de la croissance. On remarque sur la Fig. 3, Pl. XII,

(1) Beiträge zur Geologie Asiens u. Australiens. Vol. I, p. 70, Leiden, 1881-83.

(2) Note sur les Miliolidées trématophorées. B. S. G. F., 3^e S., T. XIII.

comme sur le schéma Fig. 1 au centre de l'antépénultième ouverture, la présence d'une protubérance s'appuyant sur le fond de la loge précédente et le même fait se constate dans l'ouverture de la troisième loge de la Fig. 4, Pl. XII, ce sont des témoins de la dent centrale du trématophore dont je parlerai plus loin. De plus, dans cette même Fig. 4, la section montre au-dessus de l'ouverture de la première loge quelques lambeaux conservés de ce même trématophore.



Fig. 1. — *Lacazina Wichmanni* Schlumb.
Section demi-schématique longitudinale grossie env. 17 fois.

L'individu de la Fig. 3 avait huit loges, le second, Fig. 4, n'en avait que six.

Sur la même plaque mince se trouve un individu de plus grande taille Fig. 2, Pl. XII et ici la coupe a traversé rigoureusement la loge initiale perpendiculairement à l'axe du plasmostracum.

Il en est résulté, comme il est aisé de s'en rendre compte par les Fig. 3 et 4, que les treize loges dont il se compose donnent des sections circulaires autour de la loge centrale. Ces loges sont toutes divisées intérieurement par de très nombreuses côtes longitudinales, rayonnantes fixées sur la paroi externe d'une loge et paraissant atteindre souvent la face interne de la paroi suivante. La présence de ces côtes se manifeste aussi dans les coupes obliques des Fig. 3 et 4.

Enfin l'un des individus se trouve sectionné perpendiculairement à l'axe juste à la hauteur du trématophore d'une des ouvertures. Pl. XII, Fig. 5. Sur la section on distingue les passages qui traversaient le trématophore, malheureusement ils ne sont que vaguement indiqués sur la photographie. C'était sans doute un amas plus ou moins spongieux de trabécules s'appuyant sur une dent centrale.

Les caractères que je viens de décrire concordent avec ceux que

nous avons indiqués, Monsieur Munier-Chalmas et moi, pour la *Lucazina compressa* (1) d'Orb. Celle-ci a la forme d'un disque plat.

La *Lucazina Wichmanni* avait au contraire un plasmostracum assez régulièrement ovoïdal avec une ouverture circulaire au pôle, munie d'un trématophore. C'est tout ce que l'on peut dire des caractères externes, car l'état de la fossilisation ne permet pas de distinguer si, comme dans la généralité des Miliolidées trématophorées le test était ponctué.

C'est aussi, je pense, à des compressions pendant la fossilisation qu'il faut attribuer la déformation de certains individus.

Monsieur le Dr Martin attribue la roche de la Nouvelle-Guinée au terrain tertiaire en se basant sur la présence des soi-disant Alvéolines de Schwager, et des genres *Orbitoides* et *Cycloclypeus* dont il a vu des fragments. Si son appréciation est exacte il est intéressant de trouver dans le Tertiaire le genre *Lucazina* qui n'était connu jusqu'à présent que dans les couches supérieures du Crétacé.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 2-5. — *Lucazina Wichmanni* Schlumb. 2, Section transversale; 3, 4, Sections longitudinales; 5, Section par le trématophore. Gross., 26/1.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e Sér. T. XIII.

STRUCTURE DE LA COLLINE DE S-DENIS-LE-CHOSSON (AIN) ET SES RELATIONS AVEC CELLE DU PLATEAU DES DOMBES,

par A. BOISTEL (1).

Une étude sur un point particulier des terrains tertiaires du Bugey méridional ne paraîtra pas inopportune à la veille de la réunion extraordinaire de la Société dans la région de Lyon. Elle le sera d'autant moins que, par des comparaisons qui s'imposent naturellement, elle nous conduira jusqu'aux portes de cette grande cité. Elle nous fera suivre le flanc méridional du plateau des Dombes, découpé par le Rhône sur une longueur de 40 kilomètres ; c'est-à-dire nous amènera à parler d'une région que la Société parcourra seulement en chemin de fer, le programme ne comportant que des excursions sur les deux autres versants à l'est et à l'ouest du plateau, à Trévoux d'une part, à Meximieux, Mollon (1), Pont d'Ain d'autre part. Ce travail pourra donc éclairer la route, sans faire double emploi avec les explorations projetées.

La colline de St-Denis-le-Chosson se présente sur la carte géologique de France (1), comme un long promontoire moderne greffé par sa base sur les terrains jurassiques qui forment les montagnes du Bugey. Elle s'étend sur trois kilomètres environ du sud-est au nord-ouest, et se termine dans cette dernière direction au-dessus du village de St-Denis, par une vieille tour, reste d'un château démoli sous Henri IV. Sa base est comprise entre les deux villages de Bettant au nord et de Vaux au sud ; le flanc sud-est abrite vers son milieu un quatrième village dont le nom a un faciès tout à fait gaulois, Ambutrix. Enfin son altitude moyenne est de 350 mètres environ, c'est-à-dire élevée de 100 mètres au-dessus des deux vallées qui l'enserrent, celle de l'Albarine au nord, et celle du petit torrent de Vaux-Fevroux au sud.

Elle a provoqué peu d'intérêt chez les rares géologues qui l'ont

(1) Communication faite dans la séance du 18 Juin 1894 ; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 28 Juin 1894.

(2) Meximieux et Mollon se trouvent, l'un au sud, l'autre à l'est de l'angle sud-est de ce massif.

(3) Au 80.000^e, feuille de Nantua, vers l'angle sud-ouest de la carte.

regardée. Des cailloux roulés du haut en bas! C'est monotone et peu attrayant. On pourrait, à première vue, penser qu'elle est le cône de déjection, corrodé après coup, de l'Albarine débouchant des montagnes dans la plaine, après un cours torrentueux de 50 à 60 kilomètres (1). Mais ses flancs sont couverts de cailloux alpins, granits, gneiss, diorites, quartzites, et l'Albarine ne roule que des calcaires avec des rares chailles siliceuses.

Sur la feuille précitée de la carte géologique, dressée d'après les savants travaux de M. Benoît, elle est tout entière uniformément teintée en lilas clair et marquée de la lettre **p¹**, ce qui, d'après la légende, indique le *cailloutis des plateaux*, qui proviendrait d'un « grand phénomène de transport ayant signalé la fin du Pliocène », et caractérisé par des « amas de cailloux de quartzite roulés, noyés dans une argile jaunâtre ». En faisant toutes réserves sur cette définition et même sur l'existence de ce cailloutis des plateaux à titre de couche distincte, j'observerai seulement ici que l'attribution de la colline entière à cette formation n'est pas d'accord avec l'observation même la plus sommaire, puisque la liste très succincte donnée plus haut y fait voir bien autre chose que des quartzites. Et n'eût-on voulu représenter par la teinte du terrain que la couche la plus superficielle, cette teinte ne serait pas plus exacte, car sur une foule de points, notamment dans un vaste rayon aux environs de la tour, on trouve à la surface toute la variété de roches indiquée plus haut.

MM. Falsan et Chantre, dans leur *Monographie des anciens glaciers du bassin du Rhône*, où en général les faits sont si bien observés et si judicieusement interprétés, ne donnent pourtant qu'une idée fort incomplète de la composition de cette colline. Ils se bornent à dire que ses éléments ont été déposés entre deux glaciers, le grand glacier du Rhône, qui remontait alors le flanc ouest de Bugey, et un glacier local, à éléments jurassiens, qui occupait la vallée de l'Albarine. Comme preuve de cette origine, et sans doute sous l'influence inconsciente de leur théorie d'ensemble, ils invoquent ce fait que, suivant eux, les cailloux roulés seraient composés exclusivement de débris alpins sur le versant sud de la colline et d'éléments calcaires jurassiens sur le versant nord du côté de l'Albarine (2). J'ai le regret de constater que mes observations person-

(1) V. TARDY, Nouvelles observations sur la Bresse, *B. S. G. F.*, 3^e Sér., tome 15, p. 114.

(2) Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. Lyon. In-4^e, 2 vol., 1879, t. 1, p. 69.

nelles (1) sont en désaccord complet avec cette affirmation. Les cailloux alpins sont au contraire en général plus abondants sur le versant nord que sur le versant sud ; il y a même certains points de celui-ci, notamment auprès d'Ambutrix, où j'ai eu quelque peine à en observer dans des bancs assez étendus de poudingues, de sorte que je me suis même demandé pendant quelque temps s'il ne fallait pas attribuer à ces bancs une origine différente du reste de la masse.

I.

Ce qu'il importe avant tout de constater, c'est que, malgré les apparences trompeuses, la structure de la colline n'est nullement homogène du haut en bas (2). Les cailloux roulés qui constituent sa moitié supérieure se sont éboulés et s'éboulent journellement sur les flancs de la moitié inférieure et masquent complètement les couches profondes, de sorte qu'il a fallu des circonstances exceptionnelles pour pouvoir en pénétrer le secret.

Vers 1875, lors de la construction du chemin de fer d'Ambérieu à Montalieu, la base de la colline fut entamée à St-Denis même par une tranchée assez profonde. Cette tranchée mit au jour sous les cailloux roulés une couche importante d'argiles bleues, devenant grises par la dessiccation, à grain fin, où je pus récolter quelques coquilles d'eau douce bien conservées : un *Unio* qui semble être l'*Unio Sayni*, une *Anodonte*, *Nematurella lugdunensis* Tournouer et une *Bithinia* que M. Berthelin n'a pu rapporter à aucune des espèces décrites à ce niveau.

Cette couche, qui a été visitée également par quelques autres géologues (3), a été promptement cachée par un mur de soutènement. Elle a été plus récemment remise au jour, mais dans sa partie tout à fait inférieure, malheureusement sans fossiles, par les travaux faits autour d'une fontaine du village, au pied même de la

(1) Elles ont été contrôlées en 1892 par M. Tardy et par M. Stanislas Meunier qui avait bien voulu me confier dans cette région la conduite du premier jour de son voyage géologique public dans la Haute-Savoie.

(2) MM. Falsin et Chantre signalent bien des alternances de graviers et de sables. Mais ils ont raison de ne pas attacher d'importance à de simples différences locales dans la grosseur des éléments qui la composent.

(3) M. Tardy m'a écrit le 20 juin 1894 que des échantillons, recueillis par lui à la même époque, ont été envoyés à M. Tournouer et doivent figurer dans la partie de sa collection donnée au Muséum de Paris. Je n'ai pu les y retrouver malgré l'obligeant concours de M. Boule. — M. Tardy avait fait, en une ligne, allusion à ce gisement au *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 15, p. 114.

colline, au-dessous de la passerelle qui traverse le chemin de fer. Elle était encore visible en 1893. On peut donner à l'ensemble de cette couche, une épaisseur d'environ une vingtaine de mètres depuis le niveau de la plaine ; elle est donc comprise, comme altitude, entre 250 et 270 mètres.

Au-dessus de ces argiles, existe une zone de sables d'épaisseur à peu près égale, et dont l'altitude est comprise, par conséquent, entre 270 et 290 mètres. On ne peut les voir nettement qu'à un kilomètre et demi à l'est de la localité précédente sur le flanc nord de la colline, au-dessus du hameau le plus occidental du village de Bettant, que certaines cartes appellent Bettant-Haut et d'autres Bettant-Bas ; il est, dans la vallée de l'Albarine, en aval du centre du village, mais à quelques mètres plus haut, sur le flanc de la colline. Les sables ne sont mis au jour que par des exploitations en quelque sorte accidentelles que l'on pratique dans les bois, lorsque l'on a besoin de sable pour bâtir. J'y ai trouvé, en 1892, une dizaine de sondages, la plupart d'assez fraîche date et d'une observation facile ; ils étaient déjà moins nets en 1893, à raison des éboulements si fréquents de ces matériaux essentiellement meubles. Ce sable est dans la plus grande partie de son épaisseur très fin, argileux, doux au toucher, légèrement micacé ; il contient aussi du calcaire ; sa couleur est d'un gris jaunâtre clair. Sur certains points, il est agglutiné vers sa partie supérieure par un ciment calcaire, en plaquettes de grès à grain très fin d'abord, puis un peu plus grossier, à éléments de la grosseur d'une tête d'épingle, paraissant encore exclusivement quartzeux quoique légèrement teintés de diverses couleurs ; et enfin, il passe à un poudingue dont les graviers atteignent à peine la grosseur d'une noisette, mais permettent de reconnaître la plupart des roches alpines aussi bien calcaires que siliceuses. Ces sables sont visibles sur 5 à 6 mètres ; leur limite supérieure est à environ 40 mètres au-dessus du niveau de la vallée ; ce qui permet d'évaluer leur épaisseur à 20 mètres au-dessus de la couche précédente.

Ils sont recouverts, comme on peut le voir dans les sondages les plus élevés, par un banc d'argile d'un gris jaunâtre, dont l'épaisseur, autant qu'on peut en juger, est en cet endroit de 2 à 4 mètres.

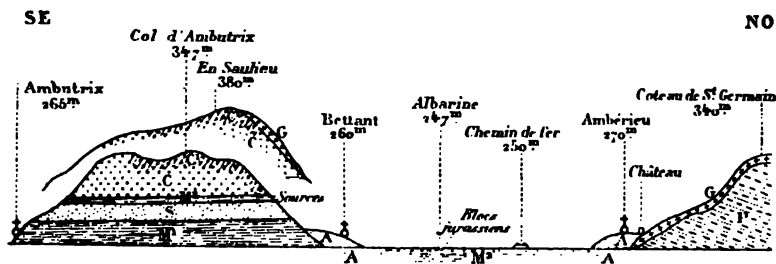
Quoique ces deux couches de sable et d'argile ne puissent être bien vues en place et étudiées à l'état de pureté que dans la localité qui vient d'être décrite, on peut néanmoins affirmer leur existence et leur niveau constant dans toute la colline. A mi-chemin environ de cette localité et de la tour, dans les pâturages qui font suite vers

l'ouest au bois de Bettant, un chemin nouvellement ouvert recoupe les deux couches et se trouve même fréquemment encombré par les glissements qu'elles subissent. Plus à l'est, au contraire, dans un autre chemin qui monte obliquement dans les bois, la berge supérieure montre encore l'argile, plus bleue en cet endroit. On la voit encore en quelques autres localités. Enfin, ce qui enlève tout doute, c'est le rôle important que joue la couche argileuse, probablement plus épaisse vers l'intérieur, ou sur d'autres points du pourtour, dans l'hydrologie de ce petit massif. C'est en effet à ce niveau, c'est-à-dire vers le milieu du coteau, que sortent une infinité de sources fort belles, qui alimentent les nombreuses fontaines de Bettant, celles d'Ambutrix et de Vaux, et les ruisselets qu'on rencontre à chaque pas dans les bois de Bettant. Toute la moitié supérieure de la colline, n'étant plus composée que de cailloux roulés, forme un excellent bassin de réception et d'emmagasinage pour les eaux pluviales.

En effet, c'est seulement à partir du milieu de la hauteur de la coupe, c'est-à-dire vers l'altitude de 300 mètres, que commence la puissante nappe de graviers et de poudingues qui, pour des observateurs même attentifs, a paru pendant longtemps constituer la masse entière de la colline. Cela lui laisse encore une épaisseur de 50 mètres environ.

La figure 1, dont quelques parties seront expliquées plus loin, rend compte de la disposition de l'ensemble des couches étudiées jusqu'ici.

Figure 1.



A. Alluvions ; G. Glaciaire ; C. Alluvions préglaciaires ; Cl. Alluvions préglaciaires altérées superficiellement ; M1, M2, M3. Argiles ; S. Sables ; P. Pontique.

Les graviers supérieurs sont caractérisés par l'abondance des cailloux d'origine alpine, notamment des roches siliceuses,

quartzites, diorites, protogines, micaschistes, jaspes rouges, noirs ou verts (moins fréquents) ; mais aussi par des roches calcaires qui ne se rencontrent pas dans le Jura, spécialement dans sa partie méridionale qui forme le Bugey et le Valromey depuis Genève jusqu'à Ambérieu, tels sont les calcaires noirs ou bleu foncé, et même des poudingues anciens auxquels on peut assigner un point de départ assez circonscrit comme les poudingues de Valorsine. Les cailloux atteignent au maximum la grosseur d'une tête humaine, la plupart des gros présentent environ celle des deux poings, et il peuvent descendre dans certains lits aux plus faibles dimensions d'une noisette et au-dessous. Je n'ai nulle part rencontré dans cette masse des blocs erratiques proprement dits ; elle ne présente pas non plus de boue glaciaire emballant les cailloux, tout au plus du sable plus ou moins fin intercalé dans leurs interstices. Enfin elle offre sur beaucoup de points (notamment sur ceux où, cimentée en poudingues, elle n'a pas subi d'éboulements), des stratifications bien visibles par bancs enchevêtrés, avec un triage souvent très accentué des cailloux suivant leur grosseur. Avec tous ses caractères, elle répond très bien à la description que MM. Falsan et Chantre (1) ont donnée de ce qu'ils appellent les alluvions préglaciaires. Et elle justifie une fois de plus l'explication si bien déduite qu'ils en ont présentée. On saisit presque sur le fait les anciens glaciers s'avancant de plus en plus dans la vallée resserrée du Rhône jusqu'à Lagnieu ; envahissant même en partie les montagnes riveraines, jusqu'à une altitude, à leur débouché, de 500 à 600^m et s'étalant ensuite dans une plaine de 50 kilomètres de long pour arriver à l'altitude de 250 à 300^m jusqu'aux coteaux de Fourvières au-dessus de Lyon. On les voit précédés de leurs torrents sous-glaciaires violents et impétueux, qui ravinaient sans cesse leurs moraines et les épandaient en un immense cône de déjection sur toute la plaine que les glaces devaient ensuite recouvrir elles-mêmes en y laissant d'autres moraines en place. Les dépôts qui constituent en grande partie la colline de St-Denis appartiennent sans doute au moment où le glacier commençait à déboucher de la cluse du Rhône à St-Sorlin et à Lagnieu, et où, par les obstacles qu'il amoncelait lui-même sur son front, il contraignait ses torrents sous-glaciaires à remonter tout à fait vers le nord en longeant le pied des montagnes du Bugey enserrées ainsi de trois côtés par le glacier ou par ses dérivés.

(1) Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. Lyon, 4^e, 2 vol., 1879.

Les cailloux alpins demandaient à être signalés tout d'abord parmi les éléments de ces alluvions ; car ils constituent géologiquement le trait le plus caractéristique de leur signallement ; ils représentent leur acte de naissance, et sont, pour qui sait y lire, la carte de visite de l'ancien glacier. Ces cailloux forment aussi la partie la plus visible de la couche à laquelle ils appartiennent ; ils apparaissent presque seuls à la surface, au moins sur la plupart des points, parce que les éléments calcaires ont disparu bien plus facilement sous l'influence des agents atmosphériques. Mais on se tromperait étrangement si l'on s'imaginait que les roches alpines ont seules contribué à la formation de ces graviers. Dans les coupes qui permettent de sonder l'épaisseur même du dépôt, dans les endroits notamment où, cimenté en poudingues, il a pu résister aux éboulements et aux bouleversements plus modernes, par exemple dans la falaise assez abrupte qui règne avec quelques interruptions sur le versant sud, entre Vaux et Ambutrix, on constate une grande abondance de calcaires clairs, blonds, gris pâle ou rosés, qui sont d'origine évidemment jurassique ou néocomienne et qui appartiennent aux montagnes mêmes du département de l'Ain. Ce fait ne saurait avoir rien d'étonnant, puisque le glacier avait contourné ces montagnes depuis Genève sur une longueur de plus de cent cinquante kilomètres et avait dû récolter sur sa rive droite les éboulements qu'il y provoquait lui-même par la pression de sa masse. On ne saurait rapporter l'origine de ces calcaires aux apports du petit torrent de Vaux-Fevroux qui débouche dans la plaine à Vaux, car il semble que son cours de 6 à 8 kilomètres soit absolument insuffisant pour expliquer des alluvions aussi puissantes ; on y trouve d'ailleurs bien des roches étrangères à son bassin, et enfin les galets sont beaucoup plus arrondis que ceux qu'il charrie, ou même que ceux de l'Albarine, qui a cependant un cours bien plus long (50 à 60 kilomètres) (1). Ce qu'on peut attribuer à cet agent local, c'est bien plutôt l'apport du calcaire en dissolution qui, se déposant à la surface des graviers, les a cimentés en poudingues très résistants, sur une grande épaisseur et sur une étendue considérable de ce versant sud de la colline.

Il y a au contraire une autre puissante assise de poudingues, régnant très généralement sur tout le pourtour du massif, des deux côtés, et qu'il faudra rapporter à une autre origine. Ces poudingues sont situés, non plus vers le haut, mais à la base du dépôt caillou-

(1) Voir plus bas des détails sur les alluvions de l'Albarine.

teux. Ils correspondent de la manière la plus manifeste en maint endroit avec la sortie des sources si abondantes qui sont récoltées et amenées au jour par la couche d'argile inférieure à ces graviers. Leur ciment est dû au calcaire dont ces eaux se sont chargées en traversant cinquante mètres environ de ces alluvions essentiellement perméables ; il forme souvent des cristaux bien visibles dans les interstices des cailloux qu'il agglutine. On assiste encore actuellement à la formation de semblables poudingues dans le lit même des ruisseaux qui font suite à ces sources ; et en même temps, dans les parties plus abruptes de leurs cours, dans les nombreuses cascadelettes qu'ils produisent, on voit le calcaire se déposer isolément et constituer de vrais tufs. Un exemple typique s'observe au-dessus du hameau occidental de Bettant qui a été déjà signalé plus haut : il est fourni par la fontaine qui descend par un canal à ciel ouvert alimenter les maisons de ce hameau. Cette fontaine sort de terre à trente mètres environ au-dessus de la terrasse d'alluvion moderne qui supporte le hameau. Elle se fait jour au milieu de blocs énormes de poudingues, qui, épars au même niveau dans les bois sur une longueur horizontale de cent cinquante à deux cents mètres, rappellent certains coins ombragés de la forêt de Fontainebleau. Le ruisseau court suivant la plus grande pente du terrain, au milieu de cailloux agglutinés et de tufs fragmentés et aboutit à une véritable fontaine monumentale de plus de dix mètres de haut, formée par des bassins de tufs superposés en pente très raide et entièrement couverts des mousses les plus fraîches sous un magnifique dôme de feuillage. On croirait que cet immense cône de mousses cache un terrain marécageux et inabordable, tandis qu'au contraire on le gravit très aisément en appuyant toujours le pied sur des gradins très solides.

Si j'ai insisté quelque peu sur la description de ce petit coin verdoyant, c'est qu'il n'est pas seulement d'un grand charme pour le promeneur ; il présente aussi un enseignement précieux pour le géologue. On croirait assister en petit à la formation des tufs de Meximieux, si célèbres par leurs nombreuses empreintes végétales. La position est la même sur le flanc d'un coteau, dont la partie supérieure est formée d'une vaste nappe de cailloux roulés ; ils commencent à la base de cette formation, et s'épanchent sur le flanc des sables et des marnes inférieures.

C'est bien à ce niveau que M. Falsan (1) place les tufs de Mexi-

(1) Etude sur la position stratigraphique des sables de Meximieux.

mieux, et pour cette raison il les regarde comme contemporains des argiles et sables de Mollon, leurs voisins, et des sables de Trévoux dont ils sont séparés par toute la largeur du plateau des Dombes. Leur âge un peu plus récent paraît établi par les études de MM. Depéret (1) et Delafond (2), et s'accorderait mieux avec l'explication qui vient d'être présentée. Il semble d'ailleurs difficile d'admettre, comme le propose M. Falsan (3), que ces travertins aient été déposés par une grande rivière chargée de carbonate de chaux débouchant des montagnes du Bugey, peut-être par la cluse de l'Albarine. Car, si toutes les rivières qui sortent de ces montagnes déposent des tufs, souvent très abondants, c'est toujours dans des parties très rapides de leurs cours, dans des cascades ou des cascadelles, et au plus tard, à l'endroit où elles sortent de leurs gorges respectives pour déboucher en plaine ou dans une vallée plus large et moins rapide. On ne voit pas dans la région ce genre de dépôts se former en abondance au milieu d'un cours tranquille, durant déjà depuis 12 à 15 kilomètres ; et c'est ce qu'il faudrait supposer pour la rivière de Meximieux ; car on peut considérer comme acquis qu'il n'y a pas eu dans cette région, depuis le commencement du Pliocène, de bouleversement capable de modifier le relief des montagnes proprement dites (4).

II

Quel est l'âge géologique des couches qui viennent d'être décrites ? La dernière a déjà fourni un point de repère très net avec les couches supérieures du plateau des Dombes. Mais le parallélisme se continue dans toute la masse et peut se suivre horizontalement depuis le pied des montagnes du Bugey jusqu'à Lyon, comme on pourra s'en convaincre en jetant les yeux sur la coupe suivante qui, étant fort réduite, se trouve nécessairement un peu schématique, mais reproduit exactement les allures générales des terrains.

(1) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 14, p. 122.

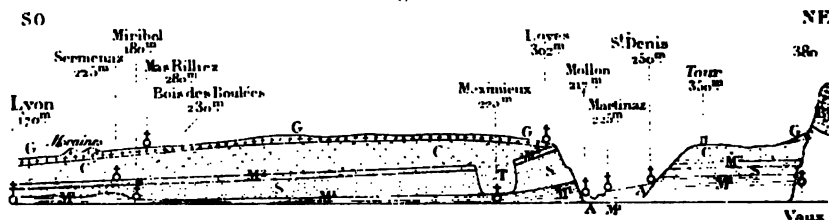
(2) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 15, p. 62.

(3) *Op. cit.*, p. 36, 37.

(4) On a bien signalé dans d'autres régions des tufs, se formant encore actuellement sous les eaux même de rivières très tranquilles, par exemple, dans la Seine, à Paris. Mais ces tufs contiennent en abondance des coquilles fluviatiles ; tandis qu'à Meximieux les quelques coquilles que l'on rencontre sont terrestres, et surtout on ne concevrait pas que les feuilles, si caractéristiques de ce dépôt, aient été englobées dans ces tufs, puisque leur légèreté les fait nécessairement flotter et ne leur permet de se fixer au fond que dans les eaux absolument immobiles.

Sauf quelques variations ou quelques accidents locaux, comme la grande épaisseur des argiles et des sables à Mollou, comme la formation des tufs purs à Meximieux et comme le relèvement sensible des couches à Sermenaz, on observera la constance remarquable des dépôts avec une légère inclinaison générale vers l'ouest,

Figure 2



A. Alluvions modernes : G. Glaciaire : C. Alluvions préglaciaires ;
M¹, M². Argiles ; S. Sables ; T. Tufs de Meximieux ; Bj. Bajorien.

c'est-à-dire dans le sens de la pente générale de la vallée du Rhône. Cette régularité peut même paraître un peu singulière et semble ne pas s'accorder avec les allures d'un grand fleuve qui est supposé avoir étalé ses dépôts depuis Bourg au nord jusqu'à St-Marcellin au sud, et par conséquent avoir visité successivement les divers points de son vaste cône de déjection, par des déplacements qui devraient nécessairement présenter quelque chose de capricieux. Mais elle peut s'expliquer si l'on considère que ces alluvions ont dû s'espacer sur une grande partie au moins de la période pliocène et qu'il a pu y avoir dans ce long intervalle de temps des variations notables dans les dispositions du bassin considéré, modifiant avec une certaine uniformité les conditions des dépôts. Il semble par exemple très normal, si l'on admet la théorie de MM. Falsan et Chantre, que des sables fins analogues aux sables actuels du Rhône dans la région aient précédé les gros graviers pré-glaciaires, puisqu'avant le rapprochement extraordinaire des glaciers, le fleuve ne devait pas avoir plus de puissance qu'il n'en a actuellement. Des observations ultérieures pourront peut-être montrer si le parallélisme des dépôts révèle une loi générale pour une région un peu étendue ou seulement une coïncidence locale.

Les argiles inférieures observées à St Denis même et caractérisées par la présence des *Unios* (M¹ des fig. 1 et 2, cote 250-270) se relie tout naturellement à des argiles toutes pareilles, de même consistance et de même couleur, qui se retrouvent à Martinaz (6 k. à l'O.-

S.-O.) sur les bords de l'Ain et au niveau même des basses eaux de cette rivière (cote 213 environ), et qui contiennent également des *Unios* (la plupart se rapportant plutôt à l'*Unio Ogerieni* Locard), des Anodontes, le *Nematurella lugdunensis* et des *Cypris*. La continuité de la couche d'un point à l'autre avec l'inclinaison normale de la contrée, est bien révélée par ce fait remarquable que les eaux de l'Albarine, se perdant en été, à St-Denis et même à 2 ou 3 kil. en amont, dans la vaste nappe d'alluvions modernes qui s'étend jusqu'à l'Ain, vont ressortir sur les bords de cette rivière en innombrables sources au pied d'une dernière terrasse qui règne en amont de Martinaz sur une longueur de deux à trois kilomètres jusqu'à St-Maurice de Rémens et Château-Gaillard. On a constaté depuis longtemps dans le pays que le régime de ces sources est en relation constante avec celui de la rivière, qu'il augmente lorsque, les eaux de celle-ci devenant plus abondantes, elle *redescend*, c'est-à-dire se rapproche de son embouchure, et qu'il diminue lorsqu'elle *remonte*, c'est-à-dire lorsqu'elle se perd à un point plus rapproché de sa source.

La couche à *Unios* de Martinaz a son pendant sur l'autre rive de l'Ain, à deux kilomètres environ en amont ; à la cote 217, on trouve près du village de Mollon, dans le lit même de la rivière et au niveau aussi des basses eaux, des argiles à lignites remarquables par leurs grands *Planorbis* (*Planorbis Tournoueri* Locard) et par toute une faune assez riche analogue à celle d'Hauterive (Drôme).

Voici la liste des espèces que j'ai pu reconnaître grâce à l'obligeance et à la riche collection de M. Berthelin (1) :

<i>Ancylus</i> nov. spec ?	<i>Planorbis Mariae</i> Michaud
<i>Limnæa Bouilleti</i> Michaud	<i>Segmentina filocincta</i> Sandberger
<i>Limnæa</i> , 2 espèces	<i>Segmentina</i> spec.
<i>Planorbis Tournoueri</i> Locard	<i>Bithinia</i> spec.
<i>Planorbis Falsani</i> Locard	<i>Unio</i> (grande espèce).

A Mollon ces marnes à lignites prennent une très grande épaisseur, on les retrouve 40^m plus haut dans un ravin et sur le chemin de Loyes, où elles sont caractérisées par la présence du *Vivipara*

(1) Elles sont décrites par M. Locard dans ses Recherches paléontologiques sur les dépôts tertiaires à *Milne-Edwardsia* et *Viripara* du Pliocène inférieur du département de l'Ain (Mâcon, 1883, 8°) ; mais il n'a pas signalé ce gisement. — Je donne, dans cette liste et dans toute cette étude, les noms admis par M. Locard et usités en France jusqu'à ce jour. Ils devront sans doute subir quelques changements par suite de la révision synonymique entreprise par M. Depéret, mais non encore publiée au moment où je corrige les épreuves de cette note.

Tardyana Tournouër, associée au *Valvata Vanciana* Tournouër, au *Bithinia Neyronensis* Locard (1), auxquels il faudrait ajouter trois espèces de Limnées, parmi lesquelles peut-être le *Limnaea Heriarcensis* Michaud, et deux espèces de Bithinies, qui sont difficilement déterminables.

Ces argiles se retrouvent, reconnaissables par les fossiles de leur couche inférieure, au Bas-Neyron, à 8 kil. environ de Lyon ; cette faune, plus riche d'ailleurs en cet endroit, a été décrite par M. Locard (2). Là, les marnes sont relevées entre 200 et 223^m d'altitude. Entre les deux gisements, les argiles de Péronge, près Meximieux (33 kil. de Lyon) doivent être rapportées au même niveau ; leur faune, également riche, contient beaucoup de fossiles communs, et se rattache, comme celle des localités précédentes, au type d'Hauterives (3).

Ce point de repère étant une fois bien établi, les autres couches de la colline de St-Denis se classent tout naturellement en parallélisme avec les couches supérieures des Dombes. Les sables qui surmontent les premières marnes entre 270 et 290^m correspondront aux sables de Mollon, très développés dans cette dernière localité et atteignant une épaisseur de 40^m, cote 240 à 280^m (4). Leur niveau se retrouvera à Miribel (11 kil. de Lyon) entre les cotes 180 et de 220^m (5) et très probablement à Sermenaz (8 kil. de Lyon, où leur limite inférieure remonte à 223^m d'altitude (6). Les sables de Trévoux à *Mastodon arvernensis* et à *Viripara Falsani* sont encore considérés comme contemporains (7). Seulement, si les sables des Dombes appartiennent, suivant toute apparence, au Rhône pliocène, il me paraît probable que ceux de Bettant, plus argileux et plus calcaires, représentent plutôt un apport de l'Albarine à la même époque. La présence d'un peu de mica indiquerait seulement

(1) Locard, op. cit., p. 89 et suiv.

(2) Op. cit., p. 5 et suiv.

(3) V. FALSAN, Etudes sur la position stratigraphique des tufs de Meximieux, p. 20 et suiv.; Locard, op. cit., p. 67 et suiv.

(4) V. la légende de la carte géologique au 80,000, feuille de Nantua ; et, sur leur faune : *Zonites Colonjoni*, *Helix Chaixi*, *Nayliesi*, *Milne-Edwardia Terveri*, v. Locard, op. cit., p. 85.

(5) V. FALSAN et CHANTRE, Monographie des anciens glaciers, etc., t. 1, p. 265-267.

(6) V. FALSAN et LOCARD, Note sur les formations tertiaires et quaternaires des environs de Miribel (1878), p. 7 ; et Locard, Recherches paléontologiques, etc., p. 26, qui n'y signale pas moins de 18 espèces terrestres et d'eau douce.

(7) V. FALSAN, Etude sur la position stratigraphique des tufs de Meximieux, p. 25 et suiv., et le tableau synoptique à la fin de la brochure.

le voisinage du confluent, qui aurait permis le mélange des éléments les plus légers se trouvant en suspension dans les deux cours d'eau ; et les grès de la partie supérieure accusent l'arrivée de cailloux alpins.

Les argiles qui surmontent les sables à Bettant et qui règnent au même niveau dans toute la colline, y représentent les marnes bleues et noirâtres signalées au-dessus des sables de Mollon et qui forment sous le glaciaire tout le plateau de Loyes (1). Elles se rattachent par ces dernières aux argiles à *Vivipara Dresseli* supérieures aux sables de Miribel et célèbres par le gisement du *Bois des Bouliès* sur le territoire de cette ville (2).

Enfin, les alluvions préglaciaires à gros cailloux alpins peuvent se suivre (sauf une lacune à Mollon et à Loyes) sur tout le versant sud du plateau des Dombes, sur ce qu'on appelle *la cotière*, depuis Meximieux jusqu'à la Pape et à St-Clair, aux portes mêmes de Lyon. Ce qui a été dit ci-dessus suffit pour faire reconnaître l'identité de ces dépôts sur cette immense surface et leur origine commune.

On a vu également comment le glaciaire proprement dit, les moraines avec boue glaciaire, blocs et cailloux striés, se trouve disséminé sur toute la superficie du plateau. Une grave objection avait longtemps fait hésiter sur l'origine de ces derniers dépôts. Elle était tirée de la présence dans leur sein, notamment au Mas Rilliez au dessus de Miribel, de fossiles marins, tels que *Nassa Michaudi*, *Dendrophyllia Colonjoni*, *Trochus Toloni*, Balanes ; ces fossiles appartenant au Miocène supérieur semblaient assigner à ces couches un âge beaucoup plus reculé. M. Falsan a montré (3) que leur mélange avec les éléments glaciaires s'expliquait très bien en admettant un remaniement, par le glacier, de couches anciennes, situées en amont et sur un point plus élevé, et il a appuyé cette explication par la constatation du mélange dans les mêmes couches de fossiles pliocènes tels que le *Vivipara Dresseli* et le *Valvata Vanciana* que l'on trouve dans le même coteau de Miribel (bois des

(1) V. la légende précitée de la carte géologique n° p^o Sables et Argiles de la Bre se

(2) V. FALSAN et CHANTRE, Monographie des anciens glaciers, etc., t. I, p. 266-267 ; et pour les fossiles *Vivipara Dresseli*, *Valvata Vanciana*, *Melanopsis rhodanica*, *Neritica Philippeana*, *Unio Miribellensis*, etc., LOCARD, Recherches paléontologiques, p. 41 et suiv.

(3) B. S. G. F. 3^e Sér., t. 3 (1878), p. 727 et suiv. ; V. aussi FALSAN et CHANTRE, Monographie des anciens glaciers, etc., p. 266 et suivantes.

Coupe du Plateau des Dombes entre Bettant et Lyon.

COLLINE DE BETTANT-SAINT-DENIS 46 k. N.-E. de Lyon.		Altitude	MOLLON 37 k. au N.-E. de Lyon.	Altitude	LOCALITÉS DIVERSES	Altitude	MIRIBEL 44 kil. au N.-E. de Lyon.	Épaisseur	Altitude
7° Lehm, par places (épais, et altit. variables). 6° Glaciaire, à cailloux alpins et strus. — A l'est de Bettant 5° Alluvions préglaciaires, avec cailloux alpins. — Cimentées en poulingues par places. Équissées à la surface 4° Manque.	350-380	..	6° Glaciaire , plateau de Loyes	305			7° Lehm , au Mas Rilliez.	4°	294
	300-330	..					6° Glaciaire , avec fossiles miocènes et pliocènes remanés. — Au Mas Rilliez.	34 ^m	280
	300-330	..					5° Alluvions préglaciaires à cailloux alpins. — Équissées à la surface.	40-50	250-280
	300-330	30 ^m					4° Sable ferrugineux à <i>Rhinoceros megarhinus</i> .	10 ^m	240-250
PLIOCÈNE MOYEN									
						3° Tufs de Meximieux à végétaux fossiles (33 kil. N.-E. de Lyon).			
PLIOCÈNE INFÉRIEUR									
3° Argiles grises jaunâtres , sans fossiles. — Masquées par les éboulis. — Visibles dans les bois de Bettant sur	240-300	24 ^m	3° Argiles bleues ou noirâtres , plateau de Loyes.	302			3° Argiles grises jaunâtres à <i>Vivipara Drexelti</i> , <i>Melanopsis rhodanica</i> , <i>Veritina Philippianna</i> , etc. — Bois des Boulières.	2 ^m	230-240
2° Sable et grès , en plaquettes, micacées	270-290	20 ^m	2° Sables de Mollon , avec plaquettes de grès, micacées (<i>Zonites Colanjonii</i> , <i>Helix Chaisi</i> , <i>Milne-Edwardia Terveri</i>)	40 ^m	2° Sables de Trévoux à <i>Mastodon arvernensis</i> , et <i>Paludina Falsani</i> .		2° Sable fin , masqué par les éboulis. — A Miribel et à la gare.	..	170-184
1° Argiles bleues , à <i>Unto Saynt</i> , <i>Nematurella lugdunensis</i> , <i>Bithinia</i> . — A Saint-Denis, tranchée du chemin de fer	270-270	20 ^m	1° Argiles à lignites de Mollon : A) Argiles à Paludina Tardynana (Mollon-ravin et chemin de Loyes). B) Argiles cachées par la végétation. C) Argiles à Planorbis (Mollon-rivière).	40 ^m	1° Argiles de Pérouge , près Meximieux. Argiles à Unios de Martinaz (en face Mollon, sur les bords de l'Ain) : <i>Unto Ogerienii</i> , <i>Nematurella lugdunensis</i> , <i>Cypriis</i> .		et Sables de Sermonaz (9 kil. de Lyon).	..	225
				217-250			1° Argiles grises du Bas Neyron (9 kil. de Lyon)	..	200-225

Boulées) à cinquante mètres environ plus bas que le limon glaciaire. D'après le programme de la réunion extraordinaire à Lyon, nos confrères auront le plaisir de constater par eux-mêmes au vallon de la Fuly, dans l'Isère (Course du 20 août), la possibilité de ce remaniement, en voyant le *Nassa Michaudi* en place dans les sables miocènes supérieurs et en le trouvant, cette fois, *plus bas* au milieu des graviers quaternaires (1).

Le tableau ci-contre montre en résumé la corrélation entre les diverses formations étudiées et comparées ci-dessus.

III.

Comme contrôle des observations précédentes, il faut rechercher si les terrains plus modernes sont représentés dans la colline ou autour de la colline de St-Denis, et quelle est leur relation avec les terrains décrits.

La puissante nappe de graviers alpins est recouverte sur une partie de son étendue par une couche d'argile brune avec gros cailloux de quartzite. Cette couche règne en général sur le plateau et sur le flanc nord de la colline. Mais, contrairement aux indications de la carte géologique, elle manque à peu près complètement sur le versant sud ; de plus elle disparaît, aux approches de la tour et vers l'extrémité du promontoire, sur l'arête même et sur les pentes qui l'environnent au nord, du côté de la vallée de l'Albarine. Faut-il voir dans cette argile à quartzites, appelée cailloutis des plateaux par la carte géologique, la trace d'« un grand phénomène de transport ayant marqué la fin de l'époque pliocène » ? Ne faut-il pas au contraire en attribuer l'origine à un phénomène absolument tranquille, à une action sur place, tout simplement à la dissolution par les eaux atmosphériques des éléments solubles du cailloutis sous-jacent ? Toutes les observations me paraissent concourir pour démontrer l'action lente qui s'est exercée en cet endroit, pour établir le caractère *attritique* de cette formation, suivant une expression qui me paraît très exacte.

D'abord dans les parties de la surface signalées tout à l'heure

(1) D'ailleurs rien n'empêche d'admettre que sous la poussée du glacier ses moraines ne puissent remonter les pentes. A l'appui de l'explication de MM. Falsan et Chantre, ainsi complétée, je citerai quelques fossiles du Gault, provenant de Bellegarde, et qui m'ont été remis par une personne digne de foi comme récoltés à Souclin, au-dessus de Villebois (Ain), c'est-à-dire à plus de 600^m d'altitude, tandis que les gisements de Bellegarde atteignent à peine 430^m.

comme complètement dépourvues d'argile, les cailloux eux-mêmes, sauf les quartzites, portent chacun individuellement des traces de l'action lente des eaux pluviales. Les granites, les diorites, les micaschistes sont plus ou moins décomposés à partir de la surface, le milieu seul du galet a conservé dans la cassure son aspect primitif et la pureté de ses éléments. Dans un échantillon d'*éclogite*, les grenats sont complètement oxydés et décomposés dans toute la zone périphérique. Enfin, l'on trouve en abondance, dans toute cette région de la colline, ces témoins si caractéristiques de l'action superficielle, les *cailloux épuisés*, où les roches, imprégnées de silice ou *chailles*, du Bajocien et du Bathonien (1), ont perdu tous leurs éléments calcaires et sont réduits à l'état d'une éponge siliceuse, fort légère à la main. On les appelle dans le pays des *pierres chantantes*, parce que, si on les plonge dans l'eau, elles font entendre un léger murmure causé par le dégagement de bulles d'air microscopiques.

Si l'on se transporte au contraire sur les points où l'argile à quartzites est le plus développée, on y trouvera d'autres renseignements aussi clairs et encore plus précis. La meilleure coupe que l'on puisse trouver dans cette argile se présente sur le chemin de Bettant à Ambutrix, au petit col par lequel ce chemin franchit la crête de la colline. Voici la succession des couches qui s'y observe.

<i>Terre végétale</i> , grise avec quelques cailloux de petite dimension...	0-30
<i>Argile sableuse</i> , brun pâle, avec cailloux de toute grosseur, notamment gros galets de quartzite parfaitement roulés. <i>Pas de cailloux calcaires</i> . — La surface inférieure de l'argile est ondulée, et suit à une distance sensiblement constante, la pente de la superficie du sol.	1"
<i>Argile plus pure</i> , brun foncé ; avec les mêmes cailloux, et la même disposition de la surface inférieure. On constate la même absence de calcaire, sauf vers le bas, au passage à la couche suivante, où l'on commence à observer des cailloux calcaires très réduits	1"
<i>Cailloux roulés</i> avec gravier et sable fin, mais sans boue glaciaire proprement dite. Beaucoup de galets alpins, et beaucoup de galets calcaires, dont le nombre et les dimensions diminuent vers le haut de la couche ; dans toute la zone supérieure, ces galets sont altérés à leur surface ; on y remarque des commencements d'impressions à leurs points de contact. Ils sont accompagnés de quelques cailloux épuisés, et de fragments de poudingues roulés.....	4"

(1) L'abondance de ces cailloux s'explique facilement si l'on songe que le glacier sort du Bugéy par une cluse ouverte dans ces deux terrains, sur une longueur de 20 kilomètres au moins, et que cette cluse est surmontée sur la rive droite par une série de failles, faisant réapparaître plusieurs fois les mêmes couches avec des escarpements abrupts.

Ce qui frappe dans cette coupe, c'est la diminution progressive des calcaires à mesure que l'on se rapproche de la surface, préluant à leur disparition complète dans les deux derniers mètres en même temps que l'argile y devient de plus en plus prédominante. Parallèlement à cette diminution du calcaire, on doit observer l'altération de plus en plus grande, et la disparition, vers la surface, des roches siliceuses autres que les quartzites. On recueille facilement, dans les parties de ce col qui ont été fouillées, des galets où le feldspath est entièrement kaolinisé et s'écrase sous le doigt, où les micas sont décomposés ; il n'y a plus qu'un pas à franchir pour donner de l'argile pure et simple plus ou moins teintée par l'oxyde de fer.

Une autre observation importante à relever, c'est que l'argile superficielle n'est pas disposée en une couche horizontale, mais suit avec une épaisseur sensiblement constante toutes les ondulations de la surface du sol. Il est bien difficile de ne pas voir dans ce fait une preuve de sa formation sur place à l'exclusion de toute idée d'un dépôt succédant à un grand phénomène de transport.

Dans ces conditions, l'argile à quartzites de la Bresse et des Dombes serait pour les alluvions préglaciaires ce que l'argile à silex est pour la craie, ce que le diluvium rouge est pour le diluvium gris. D'ailleurs, cette solution n'est peut-être pas dans une contradiction irréductible avec l'interprétation admise par la carte géologique de la France. Si l'on suit en effet les légendes relatives à la teinte *plus clair*, p¹, dans les deux feuilles plus récemment publiées de Bourg (1884) et de Lyon (1890), on les voit se modifier légèrement et dans la feuille de Lyon, la légende porte : « Formation consistant en cailloux, sables, argiles et *limon superficiel* ». L'accord, s'il n'est pas fait, n'est pas loin de se faire. En tout cas, il n'aura pas été inutile de signaler une localité de plus où l'on peut, avec une grande clarté, trouver les éléments d'une solution pour le problème de leur origine.

Cette argile superficielle paraît fort épaisse sur le plateau, notamment entre le col où a été prise la coupe précédente et l'emplacement de l'ancien château de Vernoz, qui forme avec un mamelon voisin le point culminant de la colline. Elle manque, au contraire, comme on l'a vu, sur tout le flanc méridional que dominant presque à pic ces deux sommets. On peut facilement imaginer que le glacier, arrivant par le sud, et remontant ces pentes sous une forte pression, les a rabotées et décapées, jusqu'à l'arrêt où les graviers agglutinés en poudingues se sont défendus contre ses attaques.

Il a ainsi refoulé les couches superficielles, déjà altérées, en

arrière de cette arête, et, après un ressaut formé par le plateau, sur tout le flanc nord jusqu'à Bettant (4). Une disposition semblable se remarque sur la rive droite de l'Albarine, pour le coteau qui s'étend depuis le château des Echelles à Ambérieu jusqu'au château de St-Germain : le versant sud de ce côté est couvert de débris glaciaires (2), reposant sur des argiles et des sables tertiaires, tandis que le revers nord ne présente que l'argile brune à quartzites qui paraît y atteindre aussi une épaisseur considérable, puisqu'on n'aperçoit nulle part son substratum.

Le terrain glaciaire proprement dit, avec ses cailloux striés et la boue qui les emballa, magnifiquement développé sur les pentes du coteau de St-Germain et jusque sur son arête supérieure (3), est au contraire plus difficile à trouver dans la colline de St-Denis, quoique le glacier ait dû nécessairement la franchir pour atteindre le coteau situé plus au nord de l'autre côté de la vallée de l'Albarine. Néanmoins, il a laissé des traces positives dans la région qui fait l'objet de cette note ; seulement, c'est dans un coin un peu perdu, tout-à-fait en arrière-plan, à l'endroit où la colline tertiaire vient s'appuyer en se relevant sensiblement contre la falaise jurassique et la déborde même un peu du côté nord, au-dessus de la vallée de l'Albarine. Le versant qui porte ces restes du glacier se trouve ainsi exposé au nord-est et même à l'est, en arrière du village de Bettant, sur le chemin conduisant des dernières maisons du village vers la montagne de Colloverge (4). Le sol des vignes, composé de boue glaciaire, à peine altérée par la culture, est, sur plus de 50^m de hauteur, jonché de cailloux alpins non altérés et de galets calcaires bleus ou noirs, couverts des stries caractéristiques du glacier. Les cailloux sont par places agglutinés en poudingues (5).

(1) Quelques fragments de poudingues mêlés aux cailloux roulés semblent provenir de cette érosion par le glacier du flanc sud de la colline.

(2) On a trouvé de gros blocs striés enfouis dans le sol tout à côté du gisement à *Dinotherium* que j'ai signalé dans une autre note. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 21, p. 206.

(3) Il faut rappeler aussi, comme se référant sans doute à la période du retrait définitif, les magnifiques moraines frontales avec gros blocs alpins que l'on observe au nord-est de Lagnieu où elles forment deux ou trois gradins concentriques descendant de plus en plus vers le Rhône actuel. J'ai montré en 1892 aux élèves de M. Stanislas Meunier, deux blocs, dont un de poudingue de Valorsine un peu au-dessus du hameau de Charveyron.

(4) Très exactement sur la carte géologique au 80,000^e, à l'endroit où est indiqué un lambeau de Bajocien compris entre la teinte p¹ et une petite faille, au-dessus de la lettre L 4-3.

(5) Il n'est pas impossible qu'une branche du glacier alpin ait remonté à une certaine époque la vallée de l'Albarine sur une petite longueur, car j'ai observé que les rochers qui dominent le passage des Balmettes au pied du Mont Janvier (près Torcieu) présentent sur leur face sud ouest (et pas du tout sur leur face orientale) des surfaces arrondies et comme moutonnées ; et cela jusqu'aux trois quarts seulement de leur hauteur, la partie supérieure restant à arêtes vives et conservant des angles droits dans le profil de leurs bancs plus ou moins délités.

L'époque glaciaire a soulevé encore un autre problème. On a remarqué que les vallées secondaires du Jura et du Bugey n'ont presque jamais reçu de dépôts du glaciaire alpin. Il en est ainsi notamment de la cluse de l'Albarine depuis Tenay jusqu'à Ambérieu, et de l'autre cluse qui lui fait suite jusqu'à Rossillon (cluse des lacs des hôpitaux) et que parcourt le chemin de fer d'Ambérieu à Genève. Et néanmoins il est certain que le grand glacier du Rhône a franchi ces cluses en quelques points de leur longueur, puisqu'une branche de ce glacier a atteint, en remontant vers le nord par la Combe du Val, jusqu'à La Cluse près Nantua et même au-delà. On a expliqué ce fait en supposant qu'un culot de glace s'est formé dans ces cluses sous l'influence des causes générales qui amenaient l'immense développement du glacier principal, et qu'il a servi de pont à tous les matériaux poussés par celui-ci. Mais ces petits glaciers locaux ont dû avancer eux-mêmes dans les vallées qu'ils remplissaient, et, au moins lors du retrait du glacier alpin, déposer des moraines ou des blocs empruntés uniquement aux vallées jurassiennes. Ces vallées étant exclusivement calcaires on ne peut espérer trouver des stries sur les blocs ou les cailloux ; c'est un caractère qui manquera (1), mais le volume des blocs ou des gros cailloux sera un témoin suffisant de la présence d'un véhicule plus puissant que le cours actuel des rivières qui parcourent ces vallées.

Trouve-t-on au débouché de l'Albarine, dans la région qui nous occupe, des traces de ce glacier local ou jurassien ? MM. Falsan et Chantre attribuent, comme on l'a vu plus haut, à l'action de ce glacier la prédominance qu'ils ont cru voir des cailloux calcaires sur le flanc nord de la colline de St-Denis. Mais j'ai dû contester l'exactitude sur ce point de l'observation des faits. Ils invoquent un autre témoignage ; c'est la présence de blocs volumineux dans les ballastières que la compagnie du chemin de fer avait ouvertes près de la gare d'Ambérieu. Je ne demande pas mieux que de croire à leur affirmation ; mais il est impossible de la contrôler actuellement, ces ballastières ayant été abandonnées ou même remblayées, et aucun bloc ne subsistant dans celles qui paraissent avoir été simplement abandonnées. Mais, à défaut de ces témoins éphémères, l'Albarine se charge de nous en fournir d'autres dont la voix, on

(1) Pourtant, comme certains de nos calcaires contiennent de nombreuses chailles siliceuses, il ne serait pas impossible que des stries se soient produites sur quelques points. Je serais porté à attribuer cette origine à un bloc strié, à stries fines et parallèles, que présente la berge du chemin de Bettant à Vaux, à 200^m à peine de son point de départ.

peut l'espérer, se fera entendre plus longtemps. Elle s'est creusée entre Bettant et St-Denis un lit fort sinueux à deux ou trois mètres au dessous du niveau de la vallée ; mais dans les tournants concaves de ses rives, elle produit des affouillements bien plus considérables dont le fond peut descendre à cinq ou six mètres plus bas que les prairies voisines. Et comme elle abandonne complètement son lit pendant plusieurs mois de l'année, elle rend toutes les observations très faciles. Or, dans ces tournants, on remarque au milieu des graviers de dimensions ordinaires des blocs atteignant au minimum la grosseur du corps d'un homme, plusieurs ont un demi-mètre cube, quelques-uns dépassent même le mètre cube. Ces blocs sont exclusivement calcaires et empruntés aux roches de la vallée même de l'Albarine. Or, il est évident que cette rivière, même dans ses grandes crues, même au moment de la fonte des glaces, n'a jamais eu la puissance de charrier des blocs pareils. Là où le grand torrent alpin, alimenté par une fonte énorme de glaces très voisines n'a jamais roulé de galets supérieurs au volume d'une tête, le modeste affluent ne pouvait entraîner des matériaux dix fois et même cent fois plus volumineux. Cela peut d'autant moins se supposer que la pente de la vallée est assez peu rapide depuis Tenay, 70 mètres au plus pour 20 kilomètres, c'est à-dire 3 cent. 1/2 par mètre. Enfin les blocs sont encore anguleux, sur les faces du moins qui ne sont pas exposées au frottement des graviers actuels lors des crues de la rivière. On ne peut pas supposer non plus que ces blocs proviennent de l'éboulement des montagnes voisines, car les points où on les observe sont à deux kilomètres au moins des montagnes jurassiennes les plus proches et ce voyage de deux kilomètres est, avec les forces dont la rivière peut et a pu disposer, aussi impossible qu'un voyage de 20 ou de 50 kilomètres. Ils ont pu seulement descendre sur place, en avançant un peu, lors du déblaiement de la vallée par l'Albarine elle-même (1).

Il reste encore à faire la part de l'Albarine même dans la géologie de la contrée, en remontant jusqu'à l'époque post-glaciaire ou quaternaire. Cette part est tout indiquée, quoique modeste. Elle se manifeste par des terrasses d'érosion et par des terrasses d'alluvion.

(1) On peut expliquer ainsi qu'en un point où j'ai trouvé un lit de cailloux alpins dans la lerge de l'Albarine (tournant de la rivière avant le lieu dit Chantelardine), ces blocs se trouvent en contre-bas du glacière alpin qui a dû les précéder en cet endroit. — Les parties les plus basses que l'on puisse observer dans le lit de l'Albarine sont formées d'une argile gris-jaunâtre dont l'âge n'a pu encore être précisé. Elle est indiquée dans la coupe de la fig. 1 par la lettre M3.

Les terrasses d'érosion se constatent principalement sur le profil de la colline de St-Denis, au-dessous de la tour. En la regardant en profil perdu, c'est-à-dire d'un kilomètre ou deux en amont vers Bettant, on aperçoit très nettement deux ou trois gradins bien accentués, représentant les niveaux où la rivière a rongé la colline lorsqu'elle commençait à déblayer les matériaux accumulés à son débouché par le glacier alpin. C'est son action locale qui a fait disparaître l'argile à quartzites en cet endroit, sur le flanc nord de la colline. On doit considérer au contraire que son action érosive ne s'est pas exercée là où a persisté cette argile ancienne. Les terrasses d'alluvion se remarquent de distance en distance, elles sont plaquées contre le flanc de la colline, mais ne s'élèvent pas, à ma connaissance, à plus de 20 mètres au-dessus du niveau actuel de la vallée. C'est sur une de ces terrasses qu'est bâti le dernier hameau de Bettant vers l'ouest, dont il a été parlé plus haut ; il y en a encore deux ou trois entre cette localité et St-Denis.

La présence de ces terrasses est peut-être la cause qui a fait illusion à MM. Falsan et Chantre, et les a amenés à affirmer que le versant nord était entièrement calcaire. Mais il ne fallait pas beaucoup de jarret pour s'élever au-dessus du niveau de ces terrasses. Les graviers qui les composent sont bien distincts de tous ceux qui ont été décrits antérieurement et sont entièrement semblables à ceux qui garnissent le lit de l'Albarine ou ses rives. Ils sont tous exclusivement calcaires, cela va sans dire. Ils sont d'une couleur très claire, blonds pour la plupart dans leur cassure, et presque blancs à leur surface quand elle a été exposée à l'air. Peu volumineux, ils dépassent bien rarement un décimètre dans leur plus grand diamètre. La plupart sont très imparfaitement arrondis ; ils sont restés plats, l'usure n'ayant pas fait disparaître leur forme primitive ; leur périphérie conserve encore souvent des angles simplement émoussés. Enfin tout indique poreux un charriage de peu de durée.

C'est sur une terrasse pareille, au même niveau de 20 mètres environ au-dessus de la vallée, sur la rive droite, qu'est bâti Ambérieu. Mais les dimensions longitudinales de cette terrasse sont beaucoup plus considérables, puisqu'elle se prolonge en demi-cercle jusqu'à Château-Gaillard, c'est-à-dire sur plus de trois kilomètres. Enfin du même côté droit de la vallée, il est facile de constater une autre terrasse plus élevée de 20 mètres, se détachant du coteau miocène et glaciaire dans le hameau du Tiret et venant mourir à 1 k. 5, près de la route d'Ambérieu à Ambronay, à l'endroit où s'amorce le nouveau chemin de Douvres.

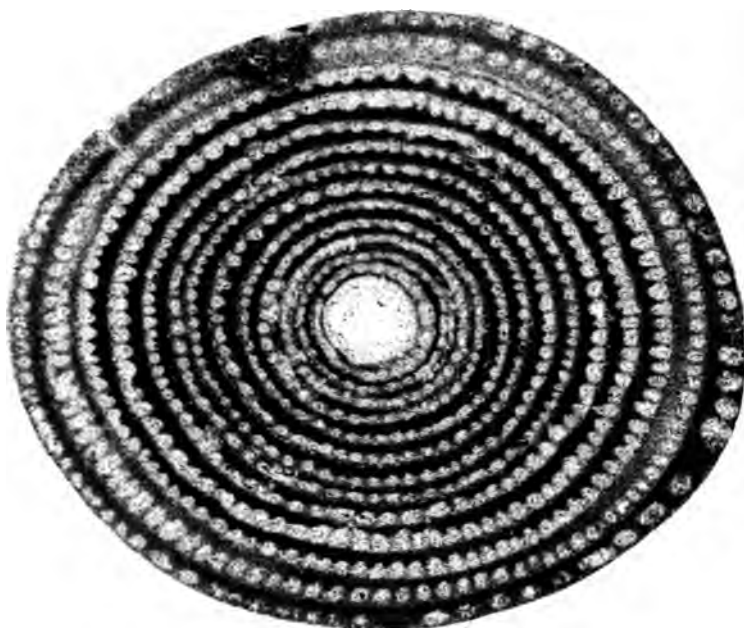
Il n'est pas sans intérêt de constater que la première de ces deux terrasses, la plus récente puisqu'elle est la plus basse, porte déjà les traces les plus évidentes de l'épuisement superficiel par les agents atmosphériques. La plaine qu'elle forme est composée d'une argile rouge très caillouteuse provenant de la décomposition partielle des calcaires et se fondant par une gradation insensible avec la masse des cailloux purs et non altérés. On peut le constater dans une gravière, située à côté de la tuilerie sur la route d'Ambérieu à Ambronay un peu après le Tiret. Dans cette localité, j'ai même recueilli, vers le bas de la couche rouge, des cailloux s'impressionnant mutuellement à leurs points de contact. Ces impressions qu'on ne rencontre pas dans les parties où les cailloux sont restés inaltérés, semblent bien, par cela même, devoir être rapportées à une cause chimique et non à une cause physique, telle que la pression ou les trépidations du sol. Cela ne veut pas dire que cette dernière cause ne puisse pas avoir produit le même effet et même des effets plus énergiques dans d'autres circonstances. J'espère même pouvoir en montrer à la Société un exemple frappant dans une communication ultérieure.

L'étude qui vient d'être faite et qui se résume surtout dans la description du Rhône pliocène, ne sera peut-être pas inutile pour fournir quelques points de comparaison et pour guider les recherches entreprises récemment par M. Dollfus sur cet autre cours d'eau du bassin de Paris qui serait la Seine pliocène.

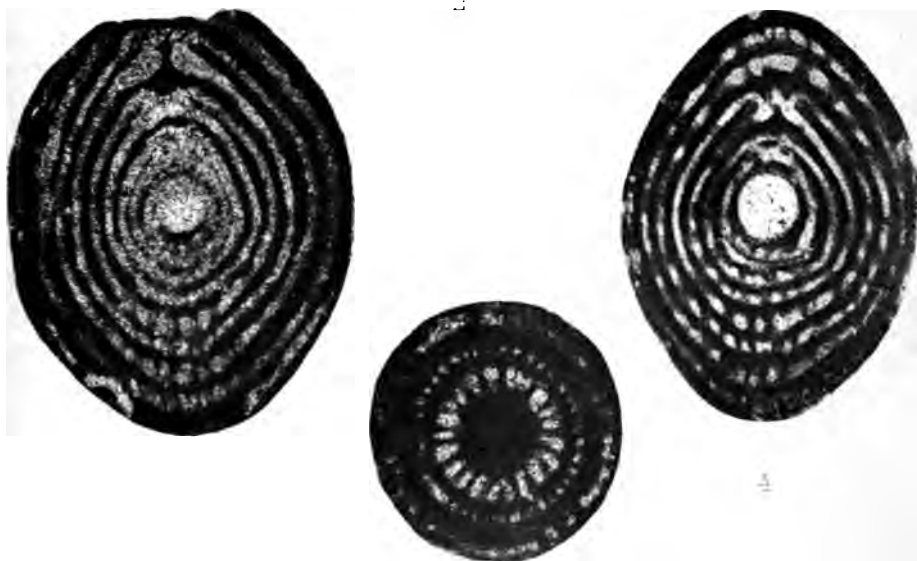
Note de M. Schlumberger.

PL. 2. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

PL. 2. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.



1



2

Fig. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

Fig. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

L'EXTENSION DES COUCHES SARMATIQUES EN VALACHIE ET EN MOLDAVIE (ROUMANIE),

par M. **Sabba STEFANESCU** (1).

A diverses époques, différents géologues ont constaté que dans quelques districts de la Valachie et de la Moldavie il y avait des *couches sarmatiques*. Cependant, jusqu'à ce jour, il n'existe aucune étude qui contienne toutes les observations et qui puisse résumer toutes les connaissances qu'ont les géologues sur l'extension de ces couches, dans ces deux parties de la Roumanie. En rassemblant les observations de MM. Pilide, Cobalcescu, Fontannes, Grégoire Stefanescu, Botea et Fuchs. et les complétant par celles que j'ai faites dans les districts de Gorjiu, de Rimnicu-Sarat, de Bacau, de Tutova, de Roman, de Falcu et de Botosani, j'ai espéré combler une des lacunes qui sont nombreuses dans la géologie de notre pays, et ajouter un peu à notre littérature scientifique.

Pour la clarté du sujet que je traite, je me propose d'exposer d'abord les observations des géologues mentionnés, et ensuite les miennes propres.

I. — En 1877, M. Pilide a publié dans le Bulletin de la Société géologique de France (2), une étude géologique, relative à la région du district de Prahova comprise entre la vallée de Prahova et les villages Matitza, Oparetzi, Slanic et Comarnic. D'après ce que je sais, ce serait la plus ancienne étude, excepté celle de Foetterle, où il s'agit des couches sarmatiques de la Roumanie cisdanubienne. De cette étude, il ressort qu'au nord du village de Poiana, sur la rive droite de la Prahova, il y a du calcaire sarmatique plein de fossiles des espèces :

Tapes gregaria Partsch.
Ervilia podolica Eichw.

Cardium obsoletum Eichw.

(1) Note présentée à la séance du 18 juin. Manuscrit remis le 26 mai. Epreuves corrigées parvenues au Secrétariat le 11 juillet 1894.

M. Sabba Stefanescu devant être présenté comme nouveau membre à la prochaine séance de la Société, le Conseil, dans sa séance du 21 juin, a autorisé l'impression de ce travail dans les *Notes et Mémoires*.

(2) 3^e Sér., tome VI, p. 26-27, 1873.

Au sud du village de Slanic, sur la rive droite du Varbilau, il y a un conglomérat sablonneux, dans lequel on trouve des fossiles des espèces :

Buccinum duplicatum Sow.

Errilia podolica Eichw.

Cerithium rubiginosum Eichw.

Cardium obsoletum Eichw.

— *pictum* Bast.

Sur le côté droit du chemin qui conduit de Valeni-de-Munte à Ploiesti, il y a une colline nommée Coadă-Malului. Cette colline est constituée par du calcaire et des marnes sarmatiques, dans lesquels on trouve les espèces :

Tapes gregaria Partsch.

Modiola rothynica Eichw.

Errilia podolica Eichw.

Ce calcaire et ces marnes s'étendent vers Malaesti, Vilcanesti, Telega, Pacuri, Stramatin et dans la vallée de la Doftana.

En 1883, M. Grégoire Cobalcescu, dans les *Mémoires géologiques de l'école militaire de Jassy*, a publié des « *Etudes géologiques et paléontologiques sur quelques terrains tertiaires de certaines parties de la Roumanie* ». Dans celles relatives aux couches sarmatiques (1) sont mentionnées les localités, où l'on a constaté ces couches. De toutes les localités qu'il cite, les mieux étudiées sont : Dealul Rapedea, les ravins de Costesti du district de Jassy ; les bords du Siret du Lespezi et Capu-Dealului du district de Suceava.

Dealul Rapedea est situé dans le voisinage de Jassy, et a été étudié pour la première fois par Cobalcescu en 1862 (2). A la base, il est constitué par des argiles et au sommet par du calcaire. Ce calcaire est connu sous le nom de *calcaire de Rapedea*. Dans les argiles se trouve la *Mastra podolica* var. *ponderosa* Eichwald, et dans le calcaire on rencontre des

Cerithium pictum Bast.

Solen subfragilis Eichw.

— *rubiginosum* Eichw.

Mastra podolica Eichw.

— *disjunctum* Sow.

Cardium protractum Pusch.

Trochus podolicus Dubois.

Cardium Fittoni d'Orb.

Nassa Doutschinar d'Orb.

Les couches de Dealul Rapedea se prolongent dans toutes les directions. Dans le village de Costesti, les bords du Bahluetzu-Rece sont formés par des argiles, grès et calcaires. De ces bords, Cobalcescu recueillit des

(1) Pages 29-42.

(2) *Revista Romana pentru litere si stiinte*. Vol. II, p. 686-699, 1862.

Mastra podolica var. *ponderosa* Eichw. *Nassa Doulschinæ* D'Orb.
Tapes greguria Partsch. *Trochus podolicus* Dubois.
Cardium protractum Pusch.

De Costesti, les couches se prolongent au nord, changeant leurs caractères minéralogiques jusqu'à Cirjoaia, Cotnari et Lespezi.

Le village Lespezi est dans la vallée du Siret. De ce côté, les bords du Siret sont constitués à la base par une argile analogue au Tegel, au milieu par un sable siliceux plein de concrétions de grès et à la partie supérieure par du grès calcaire.

Dans le sable siliceux, Cobalcescu a trouvé des

Donax lucida Eichw. *Ervilia pusilla* Philippi.
Modiola marginata Eichw. *Cerithium pictum* Bast.
Ervilia podolica Eichw. *Cardium plicatum* Eichw.

Les couches de Lespezi se prolongent vers le nord dans la vallée de la Moldova, où Cobalcescu a trouvé à Capu-Dealului des

Donax lucida Eichw. *Cerithium rubiginosum* Sow.
Cerithium pictum Eichw. *Ervilia podolica* Eichwald.

Un peu au nord, ces couches se prolongent vers Hiriau, Deleni, Flaminzi, Falticeni, Bogata et Sasca, et vers le sud elles se prolongent jusque dans la vallée de Tazlau, où elles sont visibles à Luncani, Faraoni, Valea-Seaca et Dragusesti.

En résumé, tels sont les points essentiels de l'étude relative aux couches sarmatiques publiée par Cobalcescu. Les localités où il a constaté ces couches sont placées dans l'angle formé de deux lignes, qui, partant de Dealul-Rapedea, se dirigent l'une vers Falticeni et l'autre vers Bacau.

En 1885, M. Grégoire Stefanescu a publié dans l'*Annuaire du Bureau géologique* une « *Relation sommaire sur les travaux faits pendant l'année 1884* ».

Dans cette relation, il a décrit le système miocénique du district de Buzau, d'après le rapport présenté par M. Botea, membre du bureau. Quoiqu'il n'ait pas précisé quelles sortes de couches miocéniques se rencontrent dans ce district, d'après les roches et surtout d'après les fossiles qu'il cite, je puis affirmer avec certitude, qu'il y a des couches sarmatiques au village de Cislau dans la vallée du Buzau, et à Minzalesti dans la vallée de Slanic (1). Ces couches sont constituées par des argiles et des grès, dans lesquels

(1) *Anuarul Biuroului geologic, Anul 1884, N° 1, p. 16-17, 1885.*

on trouve des coquilles de *Cerithium*. En examinant les Cérithes ramassés par M. Botea, j'ai reconnu que quelques-uns étaient de l'espèce *Cerithium disjunctum* Sowerby, et que d'autres étaient des *Cerithium pictum* Basterot, espèces caractéristiques des couches sarmatiques. Dans la vallée de Gisdita, M. Botea a trouvé *Macra podolica* Eichwald. Les couches dans lesquelles M. Botea a trouvé ces espèces fossiles sont, sans doute, des couches sarmatiques.

En 1886, M. Fontannes a publié dans les *Archives du Musée d'Histoire naturelle de Lyon*, une étude intitulée : *Contribution à la faune malacologique des terrains néogènes de la Roumanie*. Dans cette étude, Fontannes a décrit la collection de coquilles fossiles que M. Grégoire Stefanescu lui a envoyée, collection recueillie dans les couches géologiques des districts de Gorjiu et de Valcea (1). D'après les indications de Fontannes une partie des fossiles qu'il a déterminés sont sarmatiques et alors les couches où ils ont été trouvés par M. Grégoire Stefanescu sont sarmatiques. Cela étant, dans le district de Valcea les couches sarmatiques existent à Ripa Glimboaca dans la vallée d'Olanesti; à Rimnicu-Valcei, dans la vallée de l'Episcopie; dans la vallée de Cetatzuia et à Malul-Corbului dans la vallée de Luncavicioara. Dans le district de Gorjiu, il y en a à Ciuperceni et à Ripa Cuca dans la vallée d'Oltetzu.

A Ripa-Glimboaca, M. Grégoire Stefanescu a rencontré des

<i>Nassa duplicata</i> Sow.	<i>Melanopsis impressa</i> Krauss.
<i>Cerithium rubiginosum</i> Eichw.	<i>Trochus podolicus</i> var. <i>elongata</i> Dubois.
— <i>pictum</i> Bast.	<i>Macra podolica</i> Eichw.

Dans la vallée de l'Episcopie, des

<i>Nassa duplicata</i> Sow.	<i>Tapes gregaria</i> Partsch, var. <i>Rimnicensis</i> Font.
<i>Trochus podolicus</i> var. <i>depressa</i> Dubois.	

Dans la vallée de Cetatzuia, des

<i>Cerithium rubiginosum</i> Eichw.	<i>Cerithium pictum</i> Bast. var. <i>Stefanescui</i> Font.
— <i>pictum</i> Bast.	

Il a trouvé le *Cerithium Comperei* d'Orb. à Malul-Corbului et à Ciuperceni, et à Ripa Cuca des

<i>Macra podolica</i> Eichw.	<i>Macra Stefanescui</i> Font.
------------------------------	--------------------------------

En 1888, M. Grégoire Stefanescu a encore publié dans l'*Annuaire du Bureau géologique* une *Relation sommaire sur les travaux du Bureau géologique faits dans le cours de l'année 1885*. Dans cette relation il a

(1) Extrait des *Archives d'Histoire naturelle de Lyon*, tome IV.

décrit le système miocénique du district de Suceava, district étudié par lui, mais il n'a pas spécifié par quelles sortes de couches ce système est représenté (1).

Les roches et surtout les fossiles qu'il cite, permettent de conclure avec certitude que les couches sarmatiques sont représentées dans ce district et qu'elles forment la partie principale de ses terrains. Outre Lespezi et Capu-Dealului, localités étudiées par Grégoire Cobalcescu, les couches sarmatiques, d'après l'indication de M. Grégoire Stefanescu, forment presque toute la partie est et sud-est de ce district, et dans quelques endroits elles sont couvertes de loess et découvertes dans d'autres.

Les roches dont se composent ces couches sont des marnes, des sables, des grès, des calcaires et des gypses.

Les localités fossilifères sont nombreuses, mais les plus remarquables par l'abondance des fossiles sont : la colline Hirtopu, à l'est de Falticeni et les environs du village Risca. On trouve encore des fossiles mais en moins grand nombre, dans les environs de Rada-seni, Contzesti, Socii, Bogata, Bogdanesti, Soldanesti et d'Uncesti. Les espèces fossiles qu'il a rencontrées dans ces différentes localités sont :

<i>Cerithium pictum</i> Bast.	<i>Cerithium praedoliolum</i> Tourn.
— <i>pictum</i> var. <i>Stefanescui</i> Font.	<i>Buccinum baccatum</i> Bast.
— <i>disjunctum</i> Sow.	<i>Trochus podolicus</i> Dubois.
— <i>rubiginosum</i> Eichw.	<i>Melanopsis impressa</i> Krauss.
— <i>nodosoplicatum</i> Hörnes.	<i>Tapes gregaria</i> Partsch.
— <i>Duboisii</i> Hörnes.	<i>Macra podolica</i> Eichw.

Cette année, M. Theodor Fuchs a publié dans le *Neues Jahrbuch für Mineralogie* une étude intitulée : *Geologische Studien in den jüngeren Tertiärbildungen Rumäniens*. De cette étude (2), il résulte que dans le district de Mehedinzi les couches sarmatiques sont représentées par le calcaire connu sous le nom de *calcaire de Bresnitz*. L'opinion des géologues qui, avant M. Fuchs, ont observé ce calcaire, était qu'il est d'âge *congréien*.

M. Fuchs a annoncé qu'il était d'âge *sarmatique*, parce qu'il a trouvé :

<i>Macra podolica</i> Eichw.	<i>Modiola volhynica</i> Eichw.
<i>Tapes gregaria</i> Partsch.	

(1) Anul. III, N° 1, 1883, Pag. 26-30, 1888.

(2) Tome I, p. 115-116, 1894.

Des ouvrages de MM. Pilide, Cobalcescu, Fontannes, Botea et Grégoire Stefanescu, on peut conclure avec certitude, que les couches sarmatiques existent dans les districts de Mehedinți, de Gorjiu, de Valcea, de Prahova, de Buzau, de Suceava et de Jassy. Des travaux de quelques-uns de ces mêmes géologues, il résulte que ces couches se trouvent aussi dans d'autres districts, mais comme ils ne donnent pas les preuves de leurs affirmations, je me permets de ne pas les mentionner. Par exemple, des publications de M. Grégoire Cobalcescu, il résulte que les couches de Rapedea s'étendent jusqu'à Husi, jusqu'aux collines du district de Covurlui, jusqu'à la vallée de Tazlau du district de Bacau, jusqu'à Deleni dans le district de Botosani, mais en dehors de Dealul Rapedea, des rives du Bahluetzu-Rece de Costesti, des rives du Siret de Lespezi et du Capu-Dealului de la vallée de Moldova, il ne précise pas d'autres localités dans lesquelles il les aurait constatées et étudiées. D'après les publications de M. Grégoire Stefanescu des couches sarmatiques se trouvent dans le district de Putna, mais on n'y trouve citée aucune localité, où il puisse prouver avec certitude qu'il existe de pareilles couches. Grâce aux roches qui, d'après lui, constituent le système miocénique du district de Putna, grâce au fait que dans quelques-unes de ces roches il a trouvé des coquilles de *Cerithium*, et que dans les deux districts voisins, Rimnicu-Sarat d'un côté et Bacau de l'autre, il y a des couches sarmatiques, je puis affirmer avec quelque certitude, que ces couches se trouvent aussi dans le district de Putna. Raisonnant ainsi, d'après les ouvrages de M. Grégoire Stefanescu, il résulte encore que les couches sarmatiques se trouvent également dans le district de Dorohoiu ; d'après ceux de M. Botea, il ressort qu'il s'en trouve aussi dans le district de Neamtzu.

II. — Les recherches géologiques, qu'en qualité de membre de l'ex-Bureau géologique, j'ai entreprises dans les différentes régions de notre pays, m'ont conduit à la découverte de couches sarmatiques dans des localités différentes de celles dans lesquelles d'autres géologues les ont constatées. Les résultats de ces recherches sont des faits nouveaux à ajouter à ceux déjà connus. Ils multiplient les connaissances que nous avons sur la géologie de la Roumanie et en particulier, celles que nous avons sur la géologie des districts de Gorjiu, Rimnicu-Sarat, Bacau, Roman, Falciu, Tutova et Botosani.

Dans le district de Gorjiu, outre Ciuperceni et Cuca, localités où M. Grégoire Stefanescu a recueilli des fossiles sarmatiques, au village de Sarel, dans la vallée de la Planitza, se trouvent des couches sarmatiques représentées par un conglomérat, d'où j'ai extrait des

Cerithium disjunctum Sow.
 — *rubiginosum* Eichw.
 — *pictum* Bast.

Mastra podolica Eichw.
Neritina Grateloupiana Fér.
Melanopsis Bouéi Fér.

Dans le district de Rimnicu-Sarat, les couches sarmatiques sont très développées et forment une partie des collines et des montagnes de ce district. Les localités où on peut les observer sont nombreuses, mais les plus importantes par l'abondance des fossiles sont : Dealul-Sarei, Dealul Scropusiu, les monts de Bisoca et la colline Secatura-lui Dumitru.

Dealul-Sarei est sur la rivière Rimnicu-Sarat, près du village Jitia. Cette colline est constituée par des marnes, des argiles et des grès. Les argiles sont salées et, par endroit, contiennent des lentilles de sel, des concrétions de calcaires et du gypse. Au point nommé Oena, j'ai trouvé des valves de *Mastra podolica* Eichwald.

Dealul Scropusiu se trouve sur le chemin qui conduit du monastère Poiana-Marului aux monts de Bisoca. Cette colline est constituée par des grès calcaires et des calcaires entremêlés de coquilles complètes de *Mastra podolica* Eichwald.

Les monts de Bisoca, parmi lesquels se trouvent Virful-Bisocci, Pietra-Catzelei, Reci et Fundul Reci sont constitués par des grès, des calcaires et des marnes pleines de coquilles complètes de *Mastra podolica* Eichw.

Secatura-lui-Dumitru est une colline située sur le chemin qui conduit du village Dumitresti de la vallée du Rimnicu-Sarat au village Andreiasi de la vallée du Milcov. Cette colline est constituée par des grès et des calcaires entremêlés de coquilles complètes de *Mastra podolica* Eichw.

Il est à remarquer que sauf cette espèce fossile, je n'ai pas trouvé d'autres espèces dans les couches sarmatiques de ces quatre localités, mais qu'en revanche la première est très abondante.

Dans le district de Bacau, les collines du village de Margineni, près de Bacau, sont formées par des sables, des grès et des marnes. Dans un ravin du bord du chemin, j'ai trouvé les coquilles sarmatiques suivantes :

Cerithium disjunctum Sow.
 — *rubiginosum* Eichw.
Tapes gregaria Partsch.

Solen subfragilis Eichw.
Buccinum baccatum Sow.

Outre cette localité, les couches sarmatiques se trouvent aussi dans d'autres endroits, mais non fossilifères.

Dans le district de Roman, au village Crivesti, près de Tirgu-Frumos, toutes les collines sont constituées par des marnes, des sables

et des grès. Dans la colline nommée Cetate j'ai trouvé de très beaux exemplaires de *Tapes gregaria* Partsch.

Dans le district de Tutova se trouvent des couches sarmatiques, mais non fossilifères. Aux villages Halaresti, Micesti, et Floresti, toutes les collines sont constituées par des sables et des marnes pleines de concrétions de grès. Ces concrétions ont des formes variées et bizarres. Certaines personnes les collectionnent en croyant que ce sont des animaux pétrifiés.

Dans le district de Falcu, les couches sarmatiques sont visibles à plusieurs endroits sur la vallée du Pruth. J'ai trouvé des fossiles à Husi, aux villages de Bohotin, Raducaneni et dans la colline de Gorgu.

Les collines des environs de Husi, qui sont situées sur le bord de la chaussée qui conduit de Husi à la vallée du Pruth, en haut à Raducaneni, sont formées par des couches sarmatiques. En particulier, celles qui sont près de la Valea-Grecului sont constituées par des sables et des marnes. Les sables sont fossilifères et contiennent :

<i>Buccinum baccatum</i> Bast.	<i>Solen subfragilis</i> Eichw.
<i>Trochus bianquatus</i> Eichw.	<i>Donax lucida</i> Eichw.
<i>Mactra podolica</i> Eichw.	<i>Cardium obsoletum</i> Eichw.
<i>Cardium Fittoni</i> d'Orb.	<i>Modiola marginata</i> Eichw.
<i>Tapes gregaria</i> Partsch.	

Toutes les collines du village Bohotin sont constituées par des sables, des grès et des marnes. Dans l'escarpement, devant le moulin du Tazul-Bohotin, nommé Pietrisiu, on trouve beaucoup de fossiles, parmi lesquels j'ai reconnu des

<i>Cerithium disjunctum</i> Sow.	<i>Mactra podolica</i> Eichw.
— <i>lignitarum</i> Eichw.	<i>Tapes gregaria</i> Partsch.
— <i>rubiginosum</i> Eichw.	<i>Cardium Fittoni</i> d'Orb.
<i>Buccinum baccatum</i> Bast.	— <i>obsoletum</i> Eichw.
<i>Turbo Neumayri</i> Cobalcescu.	<i>Modiola marginata</i> Eichw.

La colline de Gorgu se trouve sur le chemin qui conduit de Raducaneni au village de Crasna. Cette colline est formée par des sables, des grès et des marnes pleines de *Cerithium disjunctum* Sowerby. Les couches de la colline Gorgu se prolongent vers Vaslui. Les collines qui se trouvent dans le chemin qui conduit de Crasna à Vaslui sont formées à la base par des couches sarmatiques.

Dans le district de Botosani, outre la carrière connue du Dealul-Pietrariei, de Deleni, il y a aussi des couches sarmatiques fossilifères à Burdujeni. Toutes les collines qui sont autour de ce village, de même que celles du village de Adincata, sont constituées par des marnes et des grès. Dans les escarpements des rives de la rivière

Burdujeni, les grès sont pleins de petites coquilles de *Tapes gregaria* Partsch et de *Mastra podolica* Eichwald.

CONCLUSIONS. — Des ouvrages publiés par d'autres géologues et de mes propres observations, il résulte que les couches sarmatiques sont représentées en Valachie et en Moldavie.

En Valachie, elles forment une bande étroite aux pieds des Carpathes, et s'étendent de Mehedintzi jusqu'à la vallée du Milcov. Cette bande est interrompue dans les districts d'Argesiu, de Muscel et de Dimbovitza, sans doute non parce que les couches sarmatiques manquent dans ces districts, mais parce qu'elles n'ont pas été assez bien observées. Des pieds de Carpathes les couches sarmatiques s'étendent jusqu'au Danube, mais elles ne sont pas visibles, parce qu'elles sont couvertes de couches pliocéniques et de couches quaternaires. La certitude de ce fait est tirée de la série de couches rencontrées par le forage de Marculesti, dans le Baragan du district de Ialomitza.

En Moldavie, les couches sarmatiques commencent dans le district de Putna sous la forme d'une bande étroite qui est en liaison avec la bande de Valachie. Du district de Tutova, la bande s'élargit jusqu'à la vallée du Pruth et ainsi élargie elle s'étend jusqu'à Dorohei. Elles sont couvertes de couches quaternaires.

Une question géologique que je tiens à discuter et à résoudre se trouve en rapport avec l'extension des couches sarmatiques de la Valachie et de la Moldavie.

Les géologues séparent les *couches sarmatiques* des *couches à Congéries* qui sont au-dessous d'elles. Si l'on considère la faune, cette séparation semble très justifiée, par la raison que les couches sarmatiques ont une faune marine, tandis que les couches à Congéries ont une faune lacustre. Cette séparation paraît si prononcée, que les *couches sarmatiques* sont placées par beaucoup de géologues dans le *système miocénique* et les *couches à Congéries* dans le *système pliocénique*.

En 1884, quand j'ai étudié le district de Rimnicu-Sarat, j'ai remarqué, qu'autant dans la vallée de Rimnicu-Sarat, entre les villages Chiojdeni et Jitia, que dans la vallée du Milcov, entre les villages Poienitza et Andreiasi, il y a des *couches à Congéries* constituées par des grès et tellement inclinées que, par endroits, elles sont presque verticales. Ce fait a attiré mon attention parce que j'étais habitué à voir ces couches constituées par des argiles et des marnes peu inclinées par rapport à l'horizontale, c'est-à-dire comme elles le sont dans les autres districts de la Valachie. Dès

lors j'ai pensé qu'il est possible qu'entre les *couches sarmatiques* et les *couches à Congéries*, il n'y ait pas de séparation brusque mais des *couches de transition*.

L'escarpement Pietrisiu de Bohotin, ainsi que ceux entre Bohotin et Raducaneni, me font soutenir cette assertion, parce que leur faune est une *faune mixte*. Les espèces citées, qui sont marines et *sarmatiques*, se trouvent dans ces escarpements mêlées aux espèces lacustres et *congériennes*. Ces dernières espèces sont :

<i>Unio</i> cf. <i>atavus</i> Partsch.	<i>Neritina</i> sp ?
<i>Congeria</i> cf. <i>triangularis</i> Partsch.	<i>Hydrobia</i> sp ?
— <i>polymorpha</i> Lin.	<i>Valvata</i> sp ?
<i>Melanopsis</i> sp ?	

Cette *faune mixte* me fait conclure que l'eau de la mer *sarmatique* s'est tellement adoucie avant de se retirer, qu'il a été possible aux Mollusques d'eau saumâtre et d'eau douce d'y vivre. Les *couches* qui s'y sont alors déposées sont des *couches de transition*.

Quelle est la place de ces *couches de transition* dans la série des *couches* qui forment l'écorce du globe terrestre ?

L'existence de ces *couches* rendrait impossible la séparation des *couches sarmatiques* des *couches à Congéries* et toutes ces *couches* devraient être placées dans le même système, dans le *système néogénique*, selon l'avis des géologues autrichiens. Cependant, il s'est passé en Roumanie un phénomène géologique, qui non seulement rend bien possible la séparation des *couches sarmatiques* des *couches à Congéries*, mais qui même la justifie jusqu'à un certain point. Après le retrait de la mer *sarmatique*, presque toute la Moldavie est demeurée sèche et tout à fait découverte, jusqu'à l'ère quaternaire, tandis que la Valachie, sauf une bande étroite aux pieds des Carpathes, est demeurée couverte de grands lacs, dans lesquels se sont déposées les *couches à Congéries* et les *couches à Paludines*. Ce phénomène est déduit du fait qu'en Moldavie, sur les *couches sarmatiques* reposent des *couches quaternaires*, tandis qu'en Valachie sur les *couches sarmatiques* reposent des *couches à Congéries* et des *couches à Paludines*. Ce phénomène est assez important pour justifier le placement des *couches sarmatiques* dans le *système miocénique* et des *couches à Congéries* et à *Paludines* dans le *système pliocénique*. Quant aux *couches de transition* de Bohotin, ou celles qui pourront encore être trouvées, elles doivent être placées dans le *système miocénique* avec les *couches sarmatiques* puisque, bien que leur faune soit *mixte*, le fond de cette faune est formé de fossiles *sarmatiques* (1).

(1) La faune de Sacel du district de Gorjiu se trouve dans la même catégorie.

**LES COUCHES GÉOLOGIQUES TRAVERSÉES PAR LE
PUITS ARTÉSIEN DE MARCULESTI DANS LE BARAGAN
DE IALOMITZA (ROUMANIE),**

par M. **Sabba STEFANESCU** (1).

M. l'ingénieur Alimanisteanu dirige les travaux du puits artésien que le Ministère des Domaines ouvre à Marculesti, dans le Baragan du district de Ialomitza. L'été dernier, j'ai eu l'honneur d'être invité par lui pour visiter les travaux qu'il dirige. Il a eu l'amabilité de m'associer aux études des matériaux qu'il a collectionnés et nous avons déterminé ensemble l'âge géologique des couches traversées.

La profondeur du puits est déjà supérieure à 326^m, mais sur la section entreprise par M. Alimanisteanu, cette profondeur, ainsi que l'épaisseur relative des couches perforées, est représentée graphiquement seulement jusqu'à 300^m.

D'après les roches et surtout d'après les fossiles trouvés, les couches perforées de haut en bas se succèdent de la façon suivante : *terre végétale, couches quaternaires, couches pliocéniques, couches miocéniques et couches crétaciques.*

La terre végétale a une épaisseur de 60^{cm}.

Les couches quaternaires ont une épaisseur de 72^m et sont représentées par le *loess* et le *diluvium gris*. Le *loess* a une épaisseur de 29^m et se prolonge jusqu'à la rive droite du Danube. Le *diluvium gris* formé par des sables et des graviers a une épaisseur de 43^m. C'est le moment d'ajouter que l'épaisseur précise des couches est impossible à obtenir, parce que, au contact de deux couches, les matériaux se confondent et on retire de la sonde un mélange de fragments arrachés aux deux couches qui sont en contact. Dans le *diluvium gris* j'ai trouvé un mélange des coquilles d'*Unio*, *Congerina*, *Limnocardium*, *Pisidium*, *Vivipara*, *Melanopsis*, *Melania*, *Lythoglyphus*, *Neritina*, *Hydrobia*, *Valvata*.

Dans les couches à Congéries de même que dans les couches à Paludines, il y a des sables, dans lesquels on trouve des fossiles de ces espèces. Maintenant on se demande : n'est-il pas possible que

(1) Note présentée à la séance du 18 Juin : manuscrit remis le 26 Mai; épreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat, le 13 Juillet 1894.

ces sables, que j'ai nommés *diluvium gris*, soient des sables pliocéniques, ou que du moins la partie inférieure de ces sables soit pliocénique ? La chose est fort possible, mais un seul argument m'oblige à les considérer tous comme *diluvium gris* ; l'argument est que leur faune est une faune de mélange ; qu'en outre des genres mentionnés, on peut noter les genres *Cerithium* et *Belemnites*, qu'on trouve dans leur faune.

Quel que soit l'âge de ces sables, c'est là que se trouve le niveau d'eau de tous les puits ordinaires du Baragan de Ialomitza, parce qu'ils reposent sur une couche imperméable d'argile noire qui est d'âge pliocénique. L'eau de ce niveau est ascendante. Dans le puits elle est montée jusqu'à 16^m de profondeur. Son niveau dans le puits est en général de 10-14^m au-dessus du niveau du Danube.

Les couches pliocéniques ont une épaisseur de 142^m et sont représentées par les couches à Congéries ou couches pliocéniques inférieures. Ces couches sont constituées par des alternances d'argiles, de marnes et de conglomérats. A différentes profondeurs, on a trouvé des fossiles des genres : *Vivipara*, *Bythinia*, *Lythoglyphus*, *Planorbis*, *Hydrobia*, *Melanopsis*, *Limnocardium*, *Congeria*, *Pisidium* et *Unio*. A la profondeur de 126^m on a trouvé aussi des vertèbres de poissons. Je n'ai pas déterminé spécifiquement les fossiles trouvés dans ces couches, parce qu'en grande partie ce sont des espèces non encore décrites. Très peu le sont, comme par exemple, *Dreissensia Stefanescui* décrite par Fontannes et trouvée à une profondeur de 142-153^m et *Limnocardium* (*Psilodon*) *Brusinae* décrite par Cobalcescu et trouvée à une profondeur de 106-115^m. M. Alimanisteanu m'a promis de mettre à ma disposition toute la collection de fossiles que j'utiliserai pour l'étude que j'ai faite sur la *Faune malacologique des couches sarmatiques et des couches à Congéries et à Paludines de la Roumanie*. Cette étude est achevée mais la publication en a été retardée et sera encore remise faute d'artiste capable de dessiner les fossiles.

Les couches miocéniques ont une épaisseur de 104^m et sont représentées par les couches sarmatiques. Ces couches sont constituées par une succession de marnes et de calcaires, les unes non fossilifères et d'autres pleines de fossiles. A la profondeur de 190-250^m, on a trouvé des

Cerithium pictum Bast.
— *disjunctum* Sow
Buccinum bacatum Bast.

Trochus podolicus Dubois.
Maetra podolica Eichw.
Tapes gregaria Partsch.

Ces couches cessent à la profondeur de 318^m. De 318^m à 322^m on

a rencontré une couche de grès épaisse de 4^m. Ces grès sont verts et contiennent des nodules de silex pyritifère. A la profondeur de 322^m et au-dessous, on a découvert une couche de sable fin, vert, dans lequel on trouve des fragments de *Belemnites*. La présence de ces *Belemnites* nous indique les couches secondaires et probablement les *couches crétaciques*. Aujourd'hui on est arrivé à la profondeur de 326^m.

Je dois ajouter que la *Bélemnite* qu'on a trouvée dans le diluvium gris est identique à celle trouvée dans le sable secondaire. Il s'en suit que ces *couches à Belemnites* doivent être découvertes quelque part.

Jusqu'à ce jour, le forage de Marculesti a rendu un service à la géologie de la Roumanie spécialement et à la science en général. Ce forage nous montre que le sol du district de Ialomitza et peut-être de tous les districts des plaines de la Valachie, est formé par la succession des *couches quaternaires*, des *couches pliocéniques*, des *couches miocéniques* et probablement des *couches crétaciques*. Il est à souhaiter que les travaux de M. Alimanisteanu soient couronnés de succès et que les résultats économiques, en vue desquels ces travaux sont exécutés, soient atteints le plus tôt possible.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU TERRAIN TERTIAIRE D'ALSACE (Suite),

SUR L'HORIZON SAUMATRE AVEC BRYOZOAIRES D'ISTEIN. — SUR LES
ARGILES SABLEUSES MARINES ET LES GRÈS A PLANTES DE HAGENBACH.

par MM. Mathieu MIEG, G. BLEICHER et FLICHE (1).

BIBLIOGRAPHIE

MATHIEU MIEG, G. BLEICHER et FLICHE : Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace (suite) ; Note complémentaire sur le gisement de Roppentzwiller et le gisement à insectes et à plantes de Kleinkembs. *B. S. G. F.*, 3^e Série, tome XX. — REUSS : Paleontologische Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen. XXVIII^e B. der *Denkschriften der Mathematisch Naturwissenschaftlichen Classe der K. Akad. der Wissenschaften*, Wien. — A. ANDREAE : Ein Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs. *Abhdl. Geol. Spec. Karte Els.-Loth.*, Strassburg, 1884. — W. KILLIAN : Note sur les terrains tertiaires du territoire de Belfort et des environs de Montbéliard (Doubs). *B. S. G. F.*, 3^e Série, tome XIII. — FLICHE et BLEICHER : Recherches sur le terrain tertiaire d'Alsace et du territoire de Belfort I. — BLEICHER : Etudes de stratigraphie et de paléontologie animale. *B. Geolog. Führer die Umgebung von Mülhausen* i E. *Mitth. comm. géol. Landes-Unters. Els. Loth.* B. III Heft. IV, 1892.

HORIZON SAUMATRE AVEC BRYOZOAIRES D'ISTEIN.

Dans un précédent travail, nous avons donné une coupe complète de l'étage (2) saumâtre des marnes à Cyrènes du Rüssgraben à Kleinkembs. La partie supérieure de cet étage, qui n'est qu'en partie visible au Rüssgraben et dans le canton du Wolf, a pris un bien plus grand développement au S. de Kleinkembs (3), notamment aux environs d'Istein, où les dépôts saumâtres supérieurs avec

(1) Note présentée à la séance du 18 Juin 1894 ; manuscrit remis le 16 Juin. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 10 Juillet 1894.

(2) MATHIEU MIEG, G. BLEICHER et FLICHE : Contribution à l'étude des terrains tertiaires d'Alsace (suite). Note complémentaire sur le gisement de Roppentzwiller et le gisement à insectes et à plantes de Kleinkembs. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., tome XX, p. 375.

(3) Entre la localité : *Im Stapfel* et les carrières *Im Lette* la partie supérieure de l'étage des marnes à Cyrènes atteint une certaine épaisseur qu'il est impossible d'apprécier exactement, les couches n'étant nulle part à découvert.



grès et conglomérats qui paraissent intercalés, atteignent une épaisseur d'au moins trente-cinq mètres.

Les anciennes carrières situées au sommet du Grünberg et une petite carrière ouverte récemment, en-dessous, dans le vignoble d'Istein, nous ont permis d'observer assez exactement ces dépôts et d'y relever certaines particularités dignes de remarque.

Afin de donner une coupe aussi complète que possible des collines tertiaires d'Istein, nous décrirons successivement, de bas en haut, la nouvelle carrière ouverte dans le vignoble d'Istein — 16 à 18 mètres d'épaisseur environ, — les anciennes carrières de Grünberg — 5^m,50 environ d'épaisseur — en mentionnant les 15 mètres environ de conglomérats et de grès qui paraissent intercalés entre les deux.

NOUVELLE CARRIÈRE DU VIGNOBLE D'ISTEIN.

De petites fouilles sont faites de temps en temps dans le vignoble d'Istein pour l'extraction des pierres et l'établissement de nouvelles vignes. La carrière ouverte depuis quelques mois seulement est située à environ 400 mètres N.-O. d'Istein, le long du chemin qui monte à travers le vignoble au signal du Grünberg.

On y relève de bas en haut :

	Epaisseurs
Grès calcaire séparé au milieu par une mince couche d'argile.	6 ^m 00 environ.
Alternance d'argile et de marne dure avec <i>Mytilus socialis</i> , <i>Hydrobies</i>	1 ^m 00 »
Grès calcaire.	1 ^m 20 »
Marne dure passant au calcaire avec <i>Mytilus socialis</i>	0 ^m 30 »
Grès calcaire.	0 ^m 20 »
A. Banc argileux pétri de <i>Mytilus socialis</i> , <i>Hydrobia Dubuissoni</i> , <i>Cypris</i> , avec plantes, ossements et restes de Poissons et de rares Bryozoaires à la base.	0 ^m 10 »
B. Horizon à Bryozoaires, Banc argileux presque entièrement formé de Bryozoaires, renferme également <i>Cyrena semistriata</i> , des <i>Néritines</i> et de nombreux <i>Cypris</i>	0 ^m 16 »
Marne dure passant au calcaire compact ; renferme encore des Bryozoaires isolés, des <i>Hydrobies</i> et <i>Cypris</i>	1 ^m 20 »
Grès calcaire fin.	1 ^m 40 »
Grès calcaire grossier.	0 ^m 40 »
Argile.	1 à 3 ^m »
Grès calcaire brunâtre.	1 ^m 00 »
Conglomérat.	1 ^m 50 »
15 ^m 40 à 17 ^m 40	

Les couches dirigées à peu près de l'E. à l'O., d'Efringen et du Leuselberg vers le massif coralligène d'Istein, inclinent fortement vers l'O. avec plongement N.

Deux bancs minces argileux (A et B) sont particulièrement dignes de remarque : Le banc A contient d'intéressants restes de Poissons — probablement de Téléostéens — et d'autres ossements qui paraissent attribuables à de petits Mammifères. Des découverts ultérieures permettront, nous l'espérons, d'arriver à une détermination. Ce banc avec restes de Poissons est pétri de *Mytilus socialis* A. Braun, de *Cypris* et d'*Hydrobies* et renferme en outre des empreintes végétales qui, étudiées par l'un de nous, ont fourni les résultats suivants :

Les empreintes végétales à Istein sont nombreuses et souvent entières ou à tout le moins en très grands fragments en ce qui concerne les feuilles : la matière organique est généralement conservée à l'état charbonneux, cependant elle fait aussi parfois complètement défaut, le grain de la roche est assez fin, en sorte que la nervation et le contour des feuilles sont quelquefois très bien conservés, mais il est loin d'en être toujours ainsi. Les organes les plus abondants sont les feuilles et les fragments de rameau ligneux ; les rhizomes font totalement défaut dans le nombre assez grand des échantillons que nous avons étudiés. Ce fait, joint à l'absence totale ou presque totale d'empreintes de Monocotylédones herbacées, exclut toute idée de végétation ensevelie sur place ; c'est donc du terrain exondé, des forêts ou de la flore arbustive qui avoisinaient le lac que celui-ci a reçu, des débris végétaux qui se sont fossilisés dans ses sédiments. Une partie d'entre eux a pu être apportée par le vent, mais le nombre assez considérable des rameaux, la grosseur de ceux-ci qui peut atteindre 16 millimètres de diamètre, semblent indiquer l'intervention d'un ruisseau. Nous n'avons pu encore étudier la totalité des échantillons, mais il n'en reste qu'un très petit nombre à revoir.

Voici les résultats auxquels nous sommes arrivés :

ACOTYLÉDONES :

Il n'y a pas de traces de plantes vasculaires appartenant à ce groupe.

GYMNOSPERMES :

Libocedrus salicornioides (Ung) Heer, quatre échantillons présentent des portions plus ou moins étendues, généralement belles, de ramules.

MONOCOTYLÉDONES :

Deux fragments d'empreintes de feuilles paraissent appartenir à ce groupe mais sans qu'on puisse l'affirmer sûrement. Les Palmiers semblent être représentés par une de ces filasses que M. de Saporta leur rapporte et peut-être par un fragment de *Palmarachis*.

DICOTYLÉDONES :

Myrica lignitum (Ung.) Sap. Cinq fragments plus ou moins étendus de feuilles se rapportent à cette espèce ou à une de ses voisines, *M. laevigata* Heer. notamment qui n'en est d'ailleurs probablement pas distincte.

M. hakeaeifolia (Ung.) Sap. Un très grand fragment de feuille.

Quercus. Une petite feuille appartient à ce genre et probablement à une espèce nouvelle du groupe *Q. Myrtilloides* Ung.

Cinnamomum lanceolatum Heer. Empreinte et contre-empreinte d'une feuille presque entière. Un fait remarquable, c'est que le genre si commun dans les autres dépôts alsaciens comme il l'est ailleurs dans ceux du même âge est représenté ici, jusqu'à présent, par un seul échantillon. Les Camphriers sont remplacés à Istein par la Laurinée dont il va être question.

Daphnogene. Espèce voisine, quoique très nettement distincte du *D. haeringiana* Ett. ; huit échantillons s'y rapportent plus ou moins certainement ; la forme de la feuille et, ce qui est très intéressant, sa nervation sont quelquefois très bien conservées. Sans entrer dans une discussion qui ne serait pas à sa place ici, qu'il nous suffise de dire qu'il est par suite possible de rapprocher la plante alsacienne et par suite même l'espèce tyrolienne d'un *Actinodaphne* actuel envoyé récemment du Sutchuen oriental par le P. Farges. Cette espèce nous a été communiquée par M. Franchet auquel nous sommes heureux d'adresser ici nos remerciements pour tout ce que nos études doivent à sa haute compétence et à son obligeance.

Diospyros. Quelques fragments de feuilles de détermination spécifique douteuse, probablement le *D. brachysepala* Al. Br.

Zizyphus protolotus Ung. Un échantillon.

Rhus Pyrrhae Ung. ou une espèce très voisine. Un échantillon.

Mimosa. Deux folioles appartiennent à l'espèce nouvelle que nous avons déjà signalée dans plusieurs dépôts tertiaires alsaciens.

En dehors des échantillons dont il vient d'être question, de ceux que nous avons encore à étudier, nous avons trois Dicotylédones non susceptibles de détermination même générique, mais qui viennent aussi témoigner de la variété de la flore à Istein.

Le banc marneux (B) est à signaler tout particulièrement parce

qu'il est presque uniquement formé de Bryozoaires dont les cellules disposées sur une seule rangée et formant de grandes surfaces, remplissent toute la masse argileuse. L'examen que nous avons fait de ce Bryzoaire nous a convaincus que c'était une *Membranipora* d'eau saumâtre, sans qu'il soit possible d'aller plus loin pour la détermination, étant donné l'absence d'ouvertures ou d'opercules ainsi que d'ornements, et le mode spécial de fossilisation qui a détruit les parois des cellules et n'a conservé que les cloisons. Notre Bryzoaire paraît avoir vécu à l'état libre et membraneux, mais on le trouve aussi parfois disposé en colonies sur des valves de Cyrènes; il est bien semblable au spécimen que nous avons rencontré à l'état isolé dans les marnes dures des bancs supérieurs du Rüssgraben et que nous avions attribué à tort au genre *Retepora*.

Les *Membranipora* d'Istein se rapprochent — quoique sans identification possible — de *Membranipora laxa* Reuss. (1), de l'Oligocène de Crosara; elles présentent également beaucoup d'analogie avec les *Membranipora* vivantes telles que *Membranipora pilosa*.

La grande accumulation en un même point de Bryozoaires n'implique évidemment pas un changement de faune puisqu'il existe des Bryozoaires de ce type dans l'eau saumâtre et même dans l'eau douce, et que nous retrouvons au même niveau des fossiles d'eau saumâtre : *Cyrena semistriata*, *Neritina* sp. vois. de *fluvialis* et de nombreux *Cypriis*, ayant vécu en compagnie de notre Bryzoaire.

On peut se demander toutefois s'il n'y a pas eu en cet endroit des conditions particulièrement favorables au développement de notre Bryzoaire, par exemple une variation dans le degré de salure des eaux du lac. A environ dix mètres au-dessous de la nouvelle carrière du vignoble d'Istein, les restes d'une ancienne carrière permettent d'observer une partie des mêmes bancs que ceux que nous venons de décrire.

Les conglomérats à éléments jurassiques divers, plus ou moins roulés ou anguleux, de la partie supérieure de la carrière ouverte dans le vignoble d'Istein, visibles seulement sur 1^m,50, paraissent devoir se continuer au-dessus sur environ 15 mètres d'épaisseur avec alternances de bancs de grès calcaires assez compacts, jusqu'à la rencontre des conglomérats et des grès qui occupent la base des anciennes carrières du Grünberg. Il nous a été impossible de trouver

(1) REUSS, Paläontologische Studien über die älteren Tertäarschichten der Alpen. XXVIII: B der *Denkschriften der Mathematisch naturwissenschaftlichen Classe der K. Akad. der Wissenschaften* Wien, p. 40, pl. XXIX, fig. 6-8.

un affleurement sur cet espace à cause des vignes et de la forte épaisseur de la terre végétale.

ANCIENNES CARRIÈRES DU GRÜNBERG.

Ces carrières, qui ont fourni des moellons de construction pour le village de Huttingen, sont situées au sommet de la colline d'Istein à côté du signal, cote 348,5 de la carte au $\frac{1}{25000}$ à courbes de niveaux. On y relève de bas en haut :

	Epaisseurs
Grès calcaire passant au conglomérat	1 ^m 30 environ.
Argile	0 ^m 40 »
Marne, grès marneux passant au grès dur avec <i>Cyrena semistriata</i> , <i>Cerithium submargaritaceum</i> , <i>Hydrobies</i> , <i>Néritines</i> , empreintes végétales, écailles de Poissons	0 ^m 02 »
Grès sableux avec empreintes végétales	0 ^m 04 »
Argile	0 ^m 05 »
Marne dure.	0 ^m 08 »
Marne dure avec <i>Mytilus socialis</i> , <i>Cyrena semistriata</i> , <i>Hydrobies</i>	0 ^m 02 »
Argile	0 ^m 20 »
Grès sableux avec de rares empreintes végétales	0 ^m 15 »
Grès calcaire	0 ^m 48 »
Grès sableux	0 ^m 12 »
Grès calcaire	2 ^m 70 »
	5 ^m 56

Les grès marneux avec *Cyrena semistriata*, *Cerithium submargaritaceum*, *Hydrobies*, *Néritines*, écailles de Poissons, contiennent également des empreintes végétales dont l'étude a fourni les résultats suivants :

Les empreintes végétales présentent parfois une assez notable portion de l'organe qui les a produites, mais elles sont en très-mauvais état, le plus souvent l'oxyde de fer s'est substitué à la matière organique, la nervation n'est pas bien conservée ; quelques-unes cependant ont été susceptibles de déterminations génériques au moins ; le tiers du reste est absolument fruste et ne saurait être rapporté sûrement même à une Monocotylédone ou à une Dicotylédone ; deux ou trois autres paraissent être des fragments de feuilles ou de tiges du premier groupe ; les quatre empreintes appartiennent certainement à des feuilles Dicotylédones parfois assez grandes et dénotant, même sans détermination générique, une flore assez variée.

Voici ce qui a été susceptible de détermination plus précise : *Libocedrus salicornioides* (Ung.) Heer. Un article de ramule.

Salix angusta Al. Br. Trois échantillons présentent des fragments plus ou moins étendus de feuilles de cette espèce.

Cinnamomum sp. Deux fragments de feuilles; la détermination spécifique est impossible, cependant le plus grand pourrait appartenir au *C. lanceolatum* H.

Dodonea pteleaefolia (O. Web.) Heer? Une samare pourrait appartenir au genre *Dodonea*; elle est si mal conservée que cela même n'est pas absolument certain; quant à l'attribution spécifique elle est encore plus douteuse.

Aux dépôts argileux et d'eau saumâtre du vignoble d'Isteiu succèdent probablement des bancs assez épais de grès et de conglomérats, niveau côtier et terrestre qui se termine au Grünberg par un nouvel horizon saumâtre argilo-gréseux. L'ensemble de ces dépôts correspond à l'Oligocène moyen pour remonter peut-être jusqu'à la base de l'Oligocène supérieur avec les dépôts du Grünberg.

ARGILES SABLEUSES MARINES ET GRÈS A PLANTES D'HAGENBACH.

Parmi les dépôts du petit bassin tertiaire marin de Dannemarie (1) les argiles plus ou moins sableuses et les grès de la marinière Schmerber à Hagenbach méritent une mention spéciale à cause de l'abondance de plantes et du mélange de faune qu'on y rencontre dans les niveaux gréseux, indiquant un assèchement progressif de cette extrémité du bassin marin et la formation d'un lac aux eaux plus ou moins saumâtres.

La marinière Schmerber est située à proximité du canal du Rhône au Rhin dans la direction d'Eglingen Illfurth, à environ 5 à 600 mètres de l'écluse n° 23 et des dernières maisons du village de Hagenbach (2).

(1) Sur le bassin tertiaire de Dannemarie voir : A. ANDREAE, Ein Beitrag zur kenntniss des Elsässer Tertiärs.—*Abhdl. geol. Spec. karte Els.-Loth. Strassburg*, 1884.

KILIAN : Note sur les terrains tertiaires du territoire de Belfort et des environs de Montbéliard (Doubs). *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XII, 1884, p. 729-759.

FLICHE et BLEICHER : Recherches sur le terrain tertiaire d'Alsace et du territoire de Belfort I. — BLEICHER : Etudes de stratigraphie et de paléontologie animale, *Bull. Soc. hist. nat. Colmar*, 1885, p. 1-14. — FÖRSTER B. : Geolog. Führer für die Umgebung von Mulhausen I E. *Mitth. Comm. geol. Landes-Unters. Els.-Loth.* B. II, Heft IV, 1892, p. 250-259 et p. 304-305.

(2) Hagenbach à 4 kilomètres de Dannemarie, à environ 9 kilom. d'Illfurth. De Hagenbach les dépôts tertiaires marins suivent le canal du Rhône au Rhin dans la direction d'Eglingen et de Heldwiller.

La coupe de la marnière Schmerber, prise de haut en bas, est la suivante :

	Épaisseurs		
Lehm argileux ferrugineux riche en fossiles du Lehm dans sa partie moyenne argileuse	10"	à 12"	environ.
Argile sableuse, avec traces de coquilles marines.		2"40	"
Marne bleue avec traces charbonneuses		0"90	"
Banc de grès dur	0"10	à 0"12	"
Argile sableuse, micacée, schisteuse, très riche en empreintes végétales avec <i>Hydrobia Dubuissoni</i> , <i>Planorbis</i> sp. vois. de <i>solidus</i> et quelques fossiles marins		0"30	"
Sable jaune.		1"	"
Argile bleue, plus ou moins sableuse, avec fossiles marins, généralement de petite taille, grande abondance de <i>Cerithium submargaritaceum</i> , <i>Hydrobia Dubuissoni</i>	5"	à 6"	"
Argile sableuse, fortement micacée, passant à des dalles de grès dur plus ou moins riche en empreintes végétales charbonneuses		0"40	"

D'après les renseignements fournis par M. Edouard Schmerber(1), les sondages entrepris dans le fond de la marnière ont prouvé qu'en dessous des dalles de grès dur se trouve une épaisseur d'au moins 12 à 15 mètres d'argile composée d'argile sableuse à traces végétales charbonneuses, d'argile avec coquilles marines, enfin d'argile dure compacte et d'argile verte dans les couches les plus inférieures.

Les couches marneuses et gréseuses plongent fortement vers le S.-E., vers l'intérieur de la colline que longe l'ancien lit de la Largue occupé actuellement par le canal du Rhône au Rhin.

Les argiles sableuses de Hagenbach renferment à côté de *Cardium scobinula* Merian, *Panopea* (2) *Héberti* Bosq., *Ostrea cyathula* Lam. et d'assez nombreuses espèces marines, la plupart de petite taille, généralement semblables à celles des sables marins à *Pectunculus obovatus* de Wolfersdorf, de très nombreux exemplaires de *Cerithium submargaritaceum* Al. Braun et d'*Hydrobia Dubuissoni* Bouil., espèces qui se rencontrent également dans les milieux saumâtres, notamment dans les marnes à Cyrènes du Sundgau et du Grand-Duché de Bade. Ce mélange de faune devient encore plus sensible dans les niveaux argilo-gréseux de la partie supérieure de la mar-

(1) Nous tenons à remercier ici M. Edouard Schmerber pour l'obligeant concours qu'il a bien voulu nous prêter.

(2) Nous n'avons pas constaté la présence de *Modiola angusta* Al. Braun qui, d'après le Dr Förster, se trouve abondamment à Hagenbach. Les fossiles de Hagenbach sont généralement assez mal conservés et très fragiles.

nière où des fossiles marins de petite taille et peu abondants se rencontrent avec *Hydrobia Dubuissoni* Bouil., *Planorbis* sp. vois. de *solidus* Thom. et de nombreux fossiles végétaux dont l'étude faite par l'un de nous a donné les résultats suivants :

Les fossiles végétaux, très abondants dans les couches gréseuses de Hagenbach, sont de nature variée quant aux organes ; les feuilles sont prédominantes, mais on trouve aussi quelques fruits ; les ramules et les morceaux de bois de dimensions plus ou moins fortes, jamais très gros, s'y rencontrent fréquemment ; l'absence de racines, de rhizomes est remarquable, elle tend à prouver, concurremment avec l'absence de Dicotylédones aquatiques et la rareté des Monocotylédones, que la végétation a dû se réduire à fort peu de chose dans le lac où se sont déposés les grès. Quant au mode de transport des organes végétaux destinés à être fossilisés, le vent a joué un grand, probablement le premier rôle, mais la fréquence des ramules du bois, l'état de dissociation ou de déchirement de beaucoup de feuilles montrent que l'action des eaux courantes s'est également fait sentir. Les feuilles sont rarement entières, mais si un très grand nombre d'empreintes ne sont pas susceptibles de détermination, même générique, il en est beaucoup pour lesquelles celle-ci est possible, même on peut arriver alors à l'espèce. Tantôt la nervation est très bien conservée, tantôt, au contraire, et le plus souvent, elle l'est imparfaitement. Voici les résultats qu'il a été possible d'obtenir comme déterminations :

ACOTYLÉDONES CELLULAIRES :

Quelques Champignons (Sphériacés) épiphytes, mais en si médiocre état qu'il n'y a pas lieu de les déterminer, même avec la large approximation que comporte cette sorte de fossiles.

ACOTYLÉDONES VASCULAIRES :

Deux fragments de frondes de Fougères de très petite dimension, non encore déterminés, mais intéressants à signaler à cause de la rareté de cette catégorie de végétaux dans les gisements alsaciens.

GYMNOSPERMES (CONIFÈRES) :

Libocedrus salicornioides (Endl.) Heer, représenté par trois petits fragments de rameau, dont un bon et les deux autres médiocres ; en outre une graine de Cupressinée, malheureusement incomplète, paraît appartenir à un *Libocedrus*, à cause de l'extrême irrégularité des deux ailes ; ce serait la première rencontrée avec les ramules de *L. salicornioides*.

MONOCOTYLÉDONES :

Rares. Neuf empreintes seulement, parmi lesquelles cinq seulement déterminables, et encore pour plus de la moitié sous d'assez fortes réserves.

Cyperus Chavannesi Heer ; plusieurs fragments de feuilles sur la même plaque. C'est la détermination la plus certaine.

Carex n. sp. Un bon moule de fruit qui semble d'espèce nouvelle mais voisin du *C. tertiaria* ou au moins du fruit qu'Heer lui rapporte.

Palma sp.? Deux échantillons dont un paraît avec quelque certitude pouvoir être rapporté à un Palmier ; l'autre est au contraire extrêmement douteux ; les fragments de feuilles sont trop petits pour pouvoir permettre même quelques conjectures relativement à l'espèce.

Typha latissima Al. Br.? Un fragment de feuille, détermination probable, quoique non absolument certaine.

Les autres empreintes sont de celles dont on a fait le genre si vague des *Poacites*.

DICOTYLÉDONES :

Salix angusta Al. Br. Neuf échantillons présentant 13 feuilles ou fragments de feuilles plus ou moins grands.

Quercus Weberi Heer, ou une espèce voisine représentée par une feuille.

Quercus sp. Un grand fragment d'une très petite feuille présentant de l'analogie avec les formes les plus allongées de celles du *Q. myrtilloïdes*, probablement une espèce nouvelle qu'on ne peut définir sur un semblable échantillon.

Myrica hakeaefolia (Ung.) Sap. Quatre grands ou très grands fragments de feuilles plus ou moins bons.

Myrica dryandraefolia Brong. Un très petit mais très net fragment de feuille appartient à cette espèce ou à une forme très-voisine.

Laurus sp. Deux assez grands fragments de feuilles paraissant appartenir à ce genre, mais on ne peut donner de détermination spécifique, il se pourrait à raison de leur taille et de leur forme que ce fût le *L. primigenia* Ung.

Cinnamomum Scheuchzeri Heer et *C. lanceolatum* (Ung.) Herr ; trente-trois échantillons portant au moins cinquante feuilles entières ou fragments de feuilles plus ou moins grands paraissent appartenir à ces deux espèces qui se les partageront encore par moitié sans qu'on puisse, en l'absence fréquente du sommet de l'organe, faire d'une façon certaine la part de chacun ; dans tous les

cas, il s'agit de feuilles étroites allongées qui excluent à peu près complètement, même pour les fragments, toute attribution au *C. polymorphum*. Un fragment de bois assez gros à structure assez bien conservée paraît en outre provenir d'un *Cinnamomum*.

C. subrotundum (Al. Br.) Heer. Un grand fragment de feuille.

C. Buchii Heer? Un grand fragment de feuille paraît appartenir à cette espèce sans qu'on puisse exclure toute attribution aux plus grandes formes du *C. polymorphum*.

Banksia helvetica Heer? Deux échantillons attribuables aux plus petites formes de cette espèce qui comprend probablement des éléments fort hétérogènes et sans rapport avec les vrais *Banksia*.

Diosyros brachysepalæ Al. Br.? Deux extrémités de feuilles, détermination seulement probable.

Robinia sp. Trois bons fragments de foliole dont la détermination générique semble certaine; quant à la détermination spécifique, on ne peut se prononcer en l'absence du contour complet de la foliole, il semble cependant que ce soit une espèce nouvelle voisine de *R. elliptica* Sap.

Accacia sp. Une seule foliole qui, bien qu'un peu différente du type habituel, pourrait bien appartenir à l'*A. parschlugiana* Ung., déjà représenté à Spechbach.

En dehors de ces déterminations, on peut affirmer que plusieurs autres Dicotylédones ont laissé leurs restes à Hagenbach; l'examen de beaucoup d'empreintes le démontre, bien qu'elles ne permettent pas d'arriver à des déterminations même génériques suffisamment certaines. Il existe parmi les Monocotylédones et surtout les Dicotylédones un petit nombre d'empreintes qui paraissent nouvelles pour la localité mais n'ont pu être encore suffisamment étudiées.

En résumé, flore fort analogue à celle de Bamlach avec un caractère peut-être légèrement plus archaïque. Le pays était couvert par une forêt, mais deux genres seuls devraient être abondants auprès des eaux où se déposaient les grès, les saules qui, sans doute, occupaient les bords et les camphriers qui commencent la forêt véritable, que dans les environs de l'eau ils constituent presque seuls.

SUR LES TERRAINS PHOSPHATÉS DES ENVIRONS DE DOULLENS

ÉTAGE SÉNONIEN ET TERRAINS SUPERPOSÉS

par M. H. LASNE (1).

(*Troisième article*).

Quelques observations récentes apportent de nouveaux documents sur les phénomènes de décalcification et confirment les opinions que j'ai antérieurement exprimées. J'ai eu l'occasion, au cours du printemps dernier, 1^o d'étudier le gisement de phosphate exploité à Buire au Bois, 2^o d'examiner la présence de quelques traces de phosphate pauvre aux environs de Lucheux et d'Humbercourt, 3^o enfin de constater l'existence d'un lambeau tertiaire fossilifère au Souich.

1^o PHOSPHATE DE BUIRE AU BOIS

Ce gisement est l'un des plus importants du groupe situé au nord d'Auxi-le-Château. Il se trouve à l'origine d'une petite vallée qui descend vers cette ville et dont le point de départ était barré par un grand rideau aujourd'hui disparu.

La conservation de ce gisement est due de toute évidence à la dépression originelle de la vallée, qui a préservé la craie phosphatée de l'érosion.

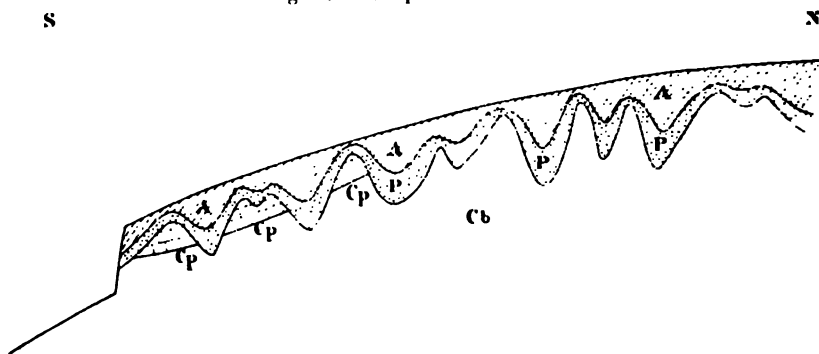
Dans ce gisement, la craie grise était presque complètement dissoute par décalcification. Il n'en restait qu'un lambeau vers la déclivité et encore elle ne se montrait qu'à la partie supérieure des clochers, les poches pénétrant profondément dans la craie blanche inférieure. Mais l'abondance du phosphate témoigne de la puissance que possédait la craie phosphatée en ce point, puissance qu'on n'a pu reconnaître directement puisque le sommet n'existait plus nulle part. Cette partie est exploitée (fig. 1).

Plus au nord, c'est-à-dire dans la majeure partie du gisement, la

(1) Communication faite dans la séance du 18 Juin 1894; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 16 Juillet 1894.

craie grise est complètement dissoute et la craie blanche elle-même est profondément entamée. Cette dernière est coupée par un petit lit de nodules phosphatés.

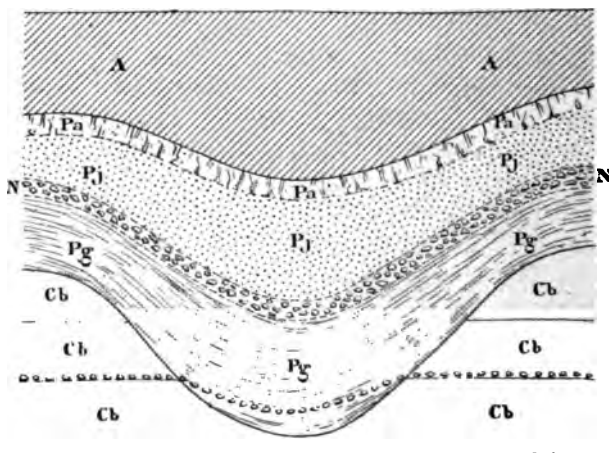
Fig. 1. — Coupe d'ensemble.



Cp Craie phosphatée; P phosphate; A Argiles supérieures; Cb Craie blanche.

Le phosphate se présente sur une grande épaisseur, séparé en deux couches bien distinctes (fig. 2); la supérieure présente l'aspect

Fig. 2. — Coupe de détail.



A Argiles supérieures; Pa Phosphate altéré; Pj Phosphate jaune; N Nodules; Pg Phosphate gris; Cb Craie blanche.

habituel du phosphate des poches tel qu'il existe à Beauval et à Orville; sa surface, sur une épaisseur de 0^m20 à 0^m50 est, comme

je l'ai déjà signalé, appauvrie par dissolution partielle et mélangée d'argile que l'eau d'infiltration a entraînée des terrains supérieurs. L'ensemble de cette couche possède une puissance de 2 à 3^m. Le titre du sable inaltéré dépasse 70 %.

A la limite inférieure de cette formation que j'appellerai phosphate jaune, se trouve le rang habituel des nodules provenant de la base de la craie phosphatée. Ces nodules sont profondément altérés. Leur surface est dure, mais leur centre est friable et rempli de phosphate pâteux. On se rappelle en effet que ces nodules ayant pour origine l'épigénie de fragments calcaires dans les eaux phosphatées du début de la craie grise, leur centre était resté calcaire; sous l'influence des eaux d'infiltration, cette partie s'est dissoute, et du phosphate pulvérulent s'est précipité à sa place.

La couche inférieure du phosphate est toute différente d'aspect et mérite une description spéciale. Sa consistance est un peu pâteuse; le sable véritable y est très peu abondant, et la masse se trouve en majeure partie constituée de petits nodules assez friables. Ces nodules sont blancs à l'intérieur; mais leur surface et la gangue qui les entoure sont colorés en gris foncé par du bioxyde de manganèse. Cette formation inférieure que j'appellerai phosphate gris, dépasse 1^m d'épaisseur, et atteint souvent 1^m50. Son titre est compris entre 60 et 65 %.. Quand les poches parviennent jusqu'au petit banc de nodules qui coupe la craie blanche inférieure, on retrouve ce banc en cordon dans le phosphate gris.

Il est facile de reconnaître que nous sommes ici en présence d'un fait déjà signalé dans les gisements d'Orville, mais bien plus largement développé, ce qui en permet une explication plus complète. Quand les poches atteignent la craie blanche inférieure, cette dernière se recouvre d'un enduit noir, coloré par le bioxyde de manganèse que la craie contenait; mais en même temps la craie s'épigenise sur une certaine épaisseur à partir de la surface, en raison de la précipitation, à son contact, du phosphate dissous par les eaux d'infiltration dans les couches supérieures, complètement décalcifiées. J'ai reconnu qu'en enlevant avec précaution l'enduit noirâtre, et prenant des échantillons de craie à des profondeurs de plus en plus grandes, on constatait un enrichissement, allant en décroissant jusqu'à 10 centimètres de profondeur environ, où la teneur en phosphate ne diffère plus de celle de la craie normale. (Voir tome XVIII, p. 438).

On conçoit comment, cet effet se continuant, la décalcification portera, à leur tour, sur ces couches récemment épigénisées; et, si

on tient compte de la tendance de la craie, parcourue par un réseau de fines diaclases, au fendillement, on comprendra qu'il se forme ainsi une couche de phosphate, constituée de petits nodules empâtés dans une argile colorée en noir par du bioxyde de manganèse, et ne contenant comme sable que ce qui était contenu dans la craie blanche partiellement dissoute ; ce sont des débris de silice et de silicate d'alumine hydraté, et quelques formes organiques phosphatées.

La formation du phosphate gris consiste donc à mon sens, dans la dissolution de la partie supérieure du phosphate jaune, le transport par les eaux d'infiltration du phosphate en solution à travers la couche de nodules et toutes les parties décalcifiées, jusqu'à la craie qui se dissout à son tour en plus grande proportion, en précipitant le phosphate : il se forme ainsi de petits nodules qui subiront bientôt le phénomène de la décalcification. Ainsi le phosphate jaune tend à disparaître et le phosphate gris à s'accroître avec le temps, et l'état comparatif actuel des divers gisements montre les progrès plus ou moins avancés du phénomène, suivant les circonstances locales.

Cette explication rend compte de plusieurs particularités que j'avais signalées, mais laissées sans interprétation ; notamment elle résout une objection qui m'avait été opposée par M. Gosselet sur la position du rang de nodules dans certains cas qui répondent au même phénomène moins largement développé que dans le cas actuel.

Pour confirmer ma manière de voir, j'ai soumis deux échantillons typiques de phosphate jaune et de phosphate gris à une séparation mécanique par lévigation et tamisage, en trois parties :

1^o Nodules ne passant pas au tamis 40.

2^o Sable tamisé au tamis 40.

3^o Argile.

J'y ai dosé l'acide phosphorique ; ce qui permet de calculer la part qui revient à chacune de ces fractions dans le total : il en résulte le tableau suivant :

	PHOSPHATE JAUNE			PHOSPHATE GRIS		
	Proportion	Acide phosphorique		Proportion	Acide phosphorique	
		dans la fraction	dans l'ensemble		dans la fraction	dans l'ensemble
Nodules.....	10.0	33.44	3.35	58.8	33.30	19.60
Sable.....	79.4	34.22	27.17	23.8	25.88	6.16
Argile.....	10.6	23.37	2.48	17.4	18.86	3.30
	100.0		33.00	100.0		29.06

Comme vérification, l'ensemble a été soumis directement à l'analyse et a donné

Phosphate jaune 33.10, soit phosphate 72.26.

Phosphate gris 29.19, soit phosphate 63.72.

On peut, pour rendre les résultats plus significatifs, les rapporter à 100 d'acide phosphorique ; on trouve alors que cette quantité est fournie dans les proportions suivantes par chacune des catégories obtenues :

	PHOSPHATE	
	JAUNE	GRIS
Nodules... ..	10.14	67.50
Sable... ..	82.34	21.20
Argile... ..	7.52	11.30
	100.00	100.00

On voit que, dans le phosphate jaune, le sable domine comme quantité et comme titre, ce qui lui donne la part prépondérante dans le résultat final ; pendant que ce sont les nodules qui jouent ce rôle dans le phosphate gris : ceci correspond dans le premier à la décalcification directe de la craie grise, dans le second à l'épigenie préalable des petits fragments de la craie blanche inférieure.

Quant à l'argile, elle est un peu plus abondante, mais moins riche dans le phosphate gris, et, en résumé, sa part est un peu plus grande.

L'examen microscopique des sables vient encore confirmer la manière de voir que j'ai exposée. Pendant que dans le sable provenant du phosphate jaune, les débris organiques et notamment les Foraminifères sont très abondants, ils sont beaucoup plus rares dans le sable du phosphate gris, presque entièrement composé de petits nodules informes. Les rares organismes du phosphate gris proviennent de la craie blanche, qui, comme on le sait, en contient quelques-uns : il se peut cependant qu'il s'en trouve exceptionnellement d'entraînés mécaniquement, dans les interstices, par les eaux d'infiltration, mais cette supposition n'est appuyée d'aucune preuve directe.

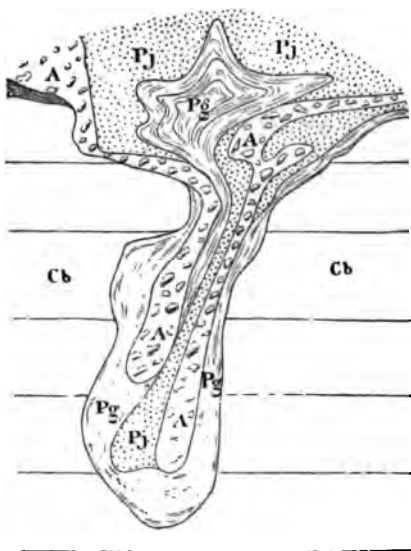
J'ai examiné également au microscope la craie phosphatée de Buire au Bois réduite en plaques minces. Elle ne diffère que par

des détails de celle d'Orville, de Beauval et de la région de Péronne. C'est un point que je réserve d'ailleurs pour une communication d'ensemble à laquelle je travaille depuis longtemps.

L'ordre des terrains supérieurs est celui qui a été précédemment décrit. On y trouve l'argile noire à silex à patine noire, l'argile rouge à silex à patine blanche, les silex verdis, les sables de remplissage et le bief à silex cassés; enfin le limon des plateaux. Mais en raison de la décalcification plus avancée, les glissements et les refoulements sont plus nombreux et ont occasionné de tels remaniements qu'il serait souvent difficile de se reconnaître si les observations antérieures, faites sur des terrains moins tourmentés, ne servaient de guide.

Comme exemple de ces phénomènes d'étirement et de refoulement, j'ai relevé sur place le croquis d'une petite poche de 4^m de

Fig. 3. — Coupe d'une poche de phosphate à Buire au Bois.



Pj Phosphate jaune; Pg Phosphate gris; A Argile à silex; Cb Craie blanche.

profondeur que je reproduis ici (fig. 3). Les contournements qu'ont subis les différentes couches sont très curieux et rappellent certaines figures obtenues par Tresca dans ses expériences sur l'écoulement des solides. Il y a là un exemple tangible de la plasticité, non seulement des argiles, mais encore des sables, quand elle est favorisée

par l'humidité et la grande lenteur des mouvements. C'est cette propriété que j'ai invoquée antérieurement pour fournir l'explication de la structure des poches, contre les parois desquelles les produits de la décalcification restent appliqués, même quand elles prennent la forme de puits presque cylindriques.

2° LUCHEUX-HUMBERCOURT. — GISEMENT DE PHOSPHATE PAUVRE.

Dans la partie supérieure de la vallée de la Grouche, entre Luchaux et Couturelle, le versant sud, au sommet duquel se trouve Mondicourt, présente quelques gisements de phosphate encore peu connus, répartis en deux groupes, le premier au voisinage de Luchaux, près du Moulin, le second entre Humbercourt et Couturelle. Le versant nord renferme également quelques traces de terrains phosphatés, notamment au nord d'Humbercourt.

Tous ces gisements ne sont encore connus que par quelques sondages et par des puits à marne creusés de place en place. Ils ne paraissent pas susceptibles d'exploitation, quant à présent du moins.

Au nord de Luchaux, près du Moulin, où le phosphate m'avait été signalé, j'ai trouvé sur le versant quelques traces de craie phosphatée, et avec elles un *Micraster* mal conservé, mais en tout cas très différent des quelques exemplaires de *Micraster* rencontrés à la base de la craie à Bélemnites : c'est probablement un *M. breviporus*.

Comme il n'était pas possible d'étudier le gisement autrement que d'une façon toute superficielle, on pouvait conserver des doutes à cause d'un remaniement possible; mais le moule interne de ce *Micraster* soumis à l'analyse, contient une quantité de phosphate bien supérieure à celle de la craie blanche ordinaire de ce niveau, et comparable à certaines craies phosphatées à Bélemnites, prises parmi les moins riches : c'est d'ailleurs le même titre que la craie en fragments prise au même point, soit 10 à 15 % de phosphate.

Entre Humbercourt et Couturelle, des puits à marne m'ont permis de mieux me rendre compte. Ici, la craie à *Micraster* est réduite à une très faible épaisseur, soit à peine quelques mètres, qui ne sont pas phosphatés, et la décalcification atteint la marne à *Terebratulina gracilis*, placée ici à l'alt. de 140^m et exploitée pour l'amendement des champs.

Le phosphate est relativement pauvre et n'atteint pas 50 %. Il

paraît avoir subi, à un degré plus avancé encore, les phénomènes que j'ai décrits à Buire; des fragments noduleux de phosphate blanc très friable et quelques nodules durs sont mélangés à une argile sableuse de coloration noirâtre, avec veines plus rouges, le tout sans silex.

Je doute que le phosphate provienne ici de la craie à Bélemnites, et il me paraît très possible que son origine se trouve dans les couches à Micraster.

Le Micraster phosphaté signalé ci-dessus n'est qu'une indication, mais non une preuve convaincante, car il peut, comme la craie voisine, avoir été épigénisé par infiltration.

Une autre indication consiste dans la position du phosphate, descendant jusqu'à la *Terebratulina gracilis*, ce qui ne s'observe nulle part ailleurs dans la région. Cela exigerait une décalcification ayant enlevé la totalité des couches à Bélemnites et à Micraster : ce n'est pas encore là une preuve absolue, tant s'en faut.

Enfin il y a lieu de remarquer que ce gisement ne se relie à aucun de ceux qui sont actuellement connus, et qui, depuis les environs d'Auxi jusqu'à Ribémont, se poursuivent suivant une ligne à peu près droite à laquelle le gisement de Luchaux ne se rattache aucunement.

Je n'insiste donc pas quant à présent, me contentant d'émettre à titre d'hypothèse l'idée que les phosphates pauvres de Luchaux et d'Humbercourt peuvent provenir de la décalcification d'une craie phosphatée intercalée dans les couches à Micraster.

J'ajouterai à ce qui précède quelques remarques sur la marne à *Terebratulina gracilis*. J'ai indiqué dans un précédent travail qu'elle affleure immédiatement au nord de Doullens à l'altitude de 65^m. Je la retrouve à Humbercourt au fond des puits et sur les flancs de la vallée à l'altitude de 140^m. Il y a là une indication qui pourra servir à l'étude des plissements de la craie.

Cette marne est en feuillets minces légèrement colorés en jaune, sur la surface de séparation desquels se détachent de fines arborisations rougeâtres, d'ailleurs d'une fragilité extrême. Je n'y ai pas trouvé d'autre fossile que *T. gracilis*. Elle se délite spontanément dans l'eau et si on soumet la pâte à la lévigation, il reste un faible résidu sableux presque uniquement composé de spicules et de Foraminifères : ces organismes ont leurs loges *vides*, au contraire de ce qui s'est produit dans la craie phosphatée, où tous sont remplis.

3^e EXISTENCE D'UN LAMBEAU FOSSILIFÈRE
APPARTENANT AU CALCAIRE GROSSIER AU SOUICH

Dans un puits creusé au sud du village, situé à 8 kilomètres au nord de Doullens, on a trouvé une plaquette dont quelques fragments me sont parvenus.

C'est une plaquette de 5^{cm} d'épaisseur environ, d'un grès à assez gros éléments, et portant des empreintes très nettes de fossiles ; les tests ont disparu, mais les moules internes et externes sont facilement reconnaissables. Ce sont les fossiles de Grignon. Je citerai en particulier quelques Nummulites qui ne laissent aucun doute sur l'attribution de ce fragment au calcaire grossier.

Très intéressé par cette découverte, je me suis rendu au Souich, et j'ai exploré tous les puits des environs sans rien rencontrer de semblable.

J'ai fait alors creuser plusieurs puits au voisinage du premier, qui était rebouché, et j'ai fini par rencontrer un fragment du même grès ; ce fragment est identique au point de vue lithologique, mais plus petit.

Les témoignages que j'ai recueillis sur place ne permettaient pas d'ailleurs de conserver le moindre doute sur l'exactitude des faits.

Le fragment fossilifère s'est trouvé dans un puits creusé sur le plateau du Souich, à l'altitude de 140^m environ, en un point où la craie se trouvait à une faible profondeur, c'est-à-dire sur le sommet d'un clocher ou d'une cloison entre les poches. Il était séparé de la craie par une épaisseur de 1^m environ d'argile à silex entiers et surmonté par le bief à silex cassés ; là, il n'y avait pas de sable de remplissage.

Le fragment plus petit que j'ai recueilli se trouvait dans une position analogue.

Je ne crois pas possible d'attribuer la présence de ces fragments en ce point à un transport ou un charriage quelconque. Je les crois en place, et si l'on trouve si peu de témoins analogues, c'est qu'en raison de la très faible puissance de la formation, il a fallu deux conditions pour leur conservation :

1^o Que la roche soit uniquement constituée de matières insolubles de manière à résister à la décalcification : Partout où ce grès était cimenté par des matières calcaires, il s'est désagrégé. Or, il est probable que la composition entièrement siliceuse n'était qu'un accident local.

2° En second lieu les fragments qui se sont trouvés ailleurs que sur le sommet des clochers de craie ont subi des efforts et des frottements violents, par suite du glissement des couches les unes sur les autres à mesure de l'approfondissement des poches : les exemples cités plus haut ne laissent pas de doute à cet égard, et seul un silex homogène peut résister à ces efforts sans se pulvériser.

Il serait néanmoins du plus haut intérêt de retrouver de nouvelles indications ; malheureusement, ce n'est que dans les puits creusés pour marnage qu'on peut espérer les rencontrer d'une façon tout à fait accidentelle et bien certainement fort rare.

REMARQUES SUR LA FAUNE DU GAULT DANS LE JURA.

par M. l'Abbé BOURGEAT (1).

L'année dernière j'ai fait connaître à la Société quelques observations que j'avais recueillies sur le Gault de Lains au voisinage de Saint-Julien (Jura). Je désirerais aujourd'hui donner la liste des fossiles que j'y ai recueillis et comparer cette faune avec celle de trois autres lambeaux de Gault qu'il m'a été donné d'observer précédemment ou depuis cette époque. Ces lambeaux sont ceux de Mouruans, près de Nozeroy, de Leschères, au nord-ouest de Saint-Claude et de Viry, vers le sud de cette dernière ville, dans la direction de Bellegarde ou de la perte du Rhône.

On sait qu'à Lains les fossiles se rencontrent dans un grès grossier de couleur jaunâtre, et qu'à Viry, ils sont logés dans un sable vert argileux. A Mouruans, le terrain qui les renferme est presque aussi gréseux qu'à Lains ; on y remarque déjà cependant une légère tendance à passer à l'argile sableuse verdâtre. A Leschère, cette tendance domine et le grès jaunâtre n'a plus qu'une faible importance. Il est presque sur le point de s'effacer. J'ai cru remarquer qu'un tel changement de faciès entraînait un changement dans la faune, changement insuffisant, il est vrai, pour masquer la contemporanéité des formations, mais assez accusé cependant pour qu'il mérite attention. Peut-être que des recherches plus longues viendront modifier un peu mes premières idées et me feront découvrir des fossiles que j'aurais oubliés ; mais je ne pense pas que mes conclusions en seront sérieusement atteintes.

Voici les listes des fossiles que j'ai recueillis aux divers affleurements susdits.

Lorsque ces fossiles sont très communs, ils sont accompagnés des deux lettres CC : la lettre C veut dire qu'ils sont communs ; les lettres AC, qu'ils sont assez communs, et les annotations R ou RR signifient, la première qu'ils sont rares, la seconde qu'ils sont très rares.

(1) Communication présentée à la séance du 18 Juin 1894 ; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 16 Juillet 1894.

FOSSILES DE LAINS

CÉPHALOPODES

<i>Ammonites mammillatus</i> Schlotheimi.	T.C.	<i>Ammonites varians</i> Sow.	R.R.
» <i>Lyelli</i> Leymerie.	C.	<i>Nautilus Clementinus</i> d'Orb.	C.
» <i>Deshayesi</i> Leymerie.	R.	<i>Hamites virgulatus</i> Brongniart.	C.
» <i>Beudantii</i> Brongniart.	C.	<i>Anisoceras perarmatus</i> Pictet et Campiche.	R.R.
» <i>auritus</i> Sowerb.	T.C.	» <i>alternatus</i> Mantell.	R.R.
» <i>interruptus</i> Bruguière.	C.	» <i>Saussureanus</i> Pictet.	R.R.
» <i>Parandieri</i> d'Orb.	R.	<i>Ancyloteras Nicoleti</i> Pictet et Campiche.	R.R.
» <i>inflatus</i> Sow.	A.C.	<i>Scaphites Meriani</i> Pictet et Campiche.	R.R.
» <i>varicosus</i> Sow.	A.C.	» <i>equalis</i> Sow.	R.R.
» <i>Milletianus</i> d'Orb.	R.	<i>Belemnites minimus</i> Liston.	A.C.
» <i>Rouyanus</i> d'Orb.	R.R.		

GASTÉROPODES

<i>Pteroceras bicarinatum</i> d'Orb.	R.R.	<i>Turbo Dubisiensis</i> Pictet et Campiche.	R.
<i>Aporrhais cingulata</i> Pictet et Roux.	R.R.	<i>Cerithium ornatum</i> Deshayes.	T.C.
» <i>marginata</i> Sow.	T.C.	<i>Fusus Vracennensis</i> Pictet et Campiche.	C.
» <i>Orbignyana</i> Pictet et Roux.	R.R.	<i>Tylostoma gaultinum</i> Pictet et Campiche.	C.
» <i>Robinaldina</i> d'Orb.	R.	<i>Natica Martini</i> d'Orb.	A.C.
<i>Pleurotomaria gurgitis</i> d'Orb.	T.C.	» <i>Eryna</i> d'Orb.	C.
<i>Solarium ornatum</i> d'Orb.	C.	» <i>excavata</i> Michelin.	A.C.
» <i>Tollatianum</i> Pictet et Roux.	T.C.	» <i>gaultina</i> d'Orb.	T.C.
» <i>granulatum</i> Morris.	C.	<i>Avellana Dupiniana</i> d'Orb.	T.C.
<i>Turbo Thurmanii</i> Pictet et Campiche.	R.R.	» <i>alpina</i> Pictet et Roux.	R.R.
» <i>Valanginiensis</i> Pict. et Camp.	R.R.	<i>Pseudomelania Jaccardi</i> Pict. et Camp.	R.
» <i>Sanctæ crucis</i> Pictet et Camp.	R.R.		

LAMELLIBRANCHES

<i>Periploma Robinaldina</i> d'Orb.	A.C.	<i>Panopea acutisulcata</i> d'Orb.	R.R.
<i>Thetis minor</i> Sow.	R.R.	<i>Pecten asper</i> Lamarck.	R.R.
<i>Arca consobrina</i> d'Orb.	R.R.	<i>Plicatula placunea</i> Lamarck.	R.R.
<i>Nucula ovata</i> Mantell.	R.R.	<i>Venus Vibrayana</i> d'Orb.	R.R.
» <i>scapha</i> d'Orb.	R.R.	<i>Inoceramus concentricus</i> Parkinson.	T.C.
» <i>subrecurva</i> Philipps.	R.R.	» <i>sulcatus</i> Sow.	R.R.
» <i>pertinata</i> Sow.	R.	<i>Ostrea haliotidea</i> d'Orb.	R.R.
» <i>bivirgata</i> Fitton.	C.		

BRACHIOPODES

<i>Rhynchonella grasianna</i> .	R.R.	<i>Terebratula praxlonga</i> .	R.
---------------------------------	------	--------------------------------	----

ECHINODERMES

<i>Hemiaster minimus</i> .	R.	<i>Hemiaster Riccordeanus</i> .	R.R.
----------------------------	----	---------------------------------	------

On voit que là les Lamellibranches sont rares, si ce n'est l'*Inoceramus concentricus* et que les Gastéropodes, par contre, sont fort abondants.

FOSSILES DE MOURNANS

<i>Ammonites mammillatus.</i>	C.	<i>Venericardia Constantii.</i>	R.
<i>Hamites attenuatus.</i>	A.C.	<i>Venus Vibrayeana.</i>	R.
<i>Natica gaultina.</i>	C.	<i>Opis Hugardiana.</i>	R.
» <i>Clementina.</i>	C.	<i>Inoceramus concentricus.</i>	T.C.
<i>Avellana Dupiniana.</i>	C.	<i>Ostrea Rauliniana</i> d'Orb.	R.
<i>Phasianella gaultina.</i>	C.	<i>Serpula gordialis</i> Schloth.	R.
<i>Cardium ventricosum.</i>	C.		

Ici, comme à Lains, peu de Lamellibranches, si ce n'est toujours l'*Inoceramus concentricus*. Abondance assez considérable de Gastéropodes. Les individus d'une même espèce y fourmillent cependant moins qu'à Lains.

FOSSILES DE LESCHÈRES

<i>Ammonites mammillatus.</i>	C.	<i>Tylostoma gaultinum.</i>	A.C.
» <i>splendens</i> Sow.	R.R.	<i>Natica gaultina.</i>	C.
» <i>Lyelli.</i>	R.	<i>Solarium ornatum.</i>	C.
» <i>Parandieri.</i>	R.	<i>Panopea arduennensis.</i>	R.
» <i>varicosus.</i>	R.	<i>Cardium ventricosum.</i>	C.
<i>Rostellaria simplex</i> d'Orb.	C.	<i>Venus Vibrayeana.</i>	A.C.
<i>Aporrhais obtusa</i> Pictet et Campiche.	C.	<i>Nucula ovata.</i>	C.

En cette troisième localité, les Lamellibranches et les Gastéropodes se balancent à peu près. Chaque espèce des uns et des autres est représentée par un nombre convenable d'individus. Les Ammonites paraissent assez rares, si ce n'est l'*Ammonites mammillatus*.

FOSSILES DE VIRY

<i>Ammonites mammillatus.</i>	C.	<i>Avellana Dupiniana.</i>	A.C.
» <i>Parandieri.</i>	R.	<i>Solarium ornatum.</i>	A.C.
» <i>Raulinianus.</i>	C.	<i>Pleurotomaria gurgitis.</i>	A.C.
» <i>Milletianus.</i>	R.	<i>Thetis minor.</i>	C.
» <i>inflatus.</i>	R.	<i>Venus Vibrayeana.</i>	C.
» <i>auritus.</i>	A.C.	» <i>fragilis.</i>	A.C.
» <i>interruptus.</i>	R.	<i>Inoceramus concentricus.</i>	T.C.
<i>Nautilus Clementinus.</i>	A.C.	» <i>sulcatus.</i>	T.C.
<i>Hamites attenuatus.</i>	A.C.	<i>Terebratula Dutempleana.</i>	A.C.
<i>Natica gaultina.</i>	A.C.	<i>Hemaster buffo.</i>	A.C.
<i>Aporrhais marginata.</i>	A.C.	<i>Holaster levis</i> ?	R.

Dans cette dernière localité, ce sont les Lamellibranches qui offrent généralement la plus grande richesse en individus. Les Gastéropodes semblent au contraire se montrer moins abondants. On y voit pulluler l'*Inoceramus sulcatus* qui est à peine représenté à Lains. Les Ammonites par contre paraissent peu nombreuses et aussi rares qu'à Leschères.

Un fait intéressant à noter c'est qu'à égalité de taille l'*Ammonites mamillatus* est beaucoup plus armée de mamelons dans le faciès gréseux de Lains, que dans le faciès argilo-sableux de Viry. L'*Ammonites interruptus* a les côtes aussi plus fortes.

La conclusion générale qui peut se dégager de cette première comparaison du Gault jurassien est que :

1° Les Gastéropodes paraissent avoir trouvé dans le faciès gréseux, jaunâtre de Lains et de Mournans des conditions de vie plus favorables que les Lamellibranches.

2° Que les Lamellibranches, par contre, se sont plus multipliés que les Gastéropodes dans le faciès argilo-sableux de Viry.

3° Que les Céphalopodes, les Ammonites surtout, ont préféré le faciès gréseux.

4° Qu'un certain nombre d'entre ces Ammonites y ont acquis un test plus tuberculeux pour pouvoir sans doute résister plus avantageusement aux chocs des matériaux que la vague ou les courants ne manquaient pas de remuer dans un milieu si agité.

J'ajouterai pour terminer cette note qu'une rectification récente du chemin de la Ferté, près de Saint-Laurent, m'a permis de constater que la base de la mollassse marine en ce point est constituée par des débris remaniés du Gault. J'en conclus que, si les autres étages du Crétacé se sont déposés là, ils n'y ont acquis qu'une faible puissance ou qu'ils se trouvaient déjà enlevés par l'érosion lorsque la mollassse marine s'est formée.

SUR LES FOSSILES CRÉTACÉS DE LA VALLÉE
DE LA NIVE (BASSES-PYRÉNÉES),

par M. P. W. STUART-MENTEATH (1).

Depuis la publication du travail détaillé de d'Archiac sur les Corbières, il y a trente-cinq ans, un grand nombre d'observateurs ont développé et complété la géologie de la moitié orientale des Pyrénées. Dans la moitié occidentale, j'ai travaillé presque seul, et dans le but de recueillir des conclusions pratiques au moyen de la comparaison des observations stratigraphiques et paléontologiques, maintenues distinctes et interprétées sans idées préconçues. L'application de cette méthode, à une région où tout était encore à faire, me paraît déjà fournir quelques résultats significatifs, qui seront commodément mis en lumière par l'examen des fossiles de la vallée qui, entre Cambo et Bayonne, traverse le Crétacé du versant français des Pyrénées.

La base de ce terrain est formée, dans le bassin de la Nive, par des grès et calcaires analogues au Tourtia cénomanien de la Belgique, et dont la partie calcaire est représentée par le calcaire à *Caprina adversa* de Sare, et la partie gréseuse par les grès à *Ammonites inflatus* que j'ai signalés près d'Irun. Comme dans le Tourtia, il est impossible de séparer le grès du calcaire, car le passage est absolument irrégulier. Tant dans le bassin de la Nive que dans celui d'Orthez, la base du Flysch présente, au-dessus des calcaires et grès cénomaniens, un horizon caractérisé par la présence de blocs souvent composés de Brachiopodes bien conservés. Ces Brachiopodes sont, à Ihins, sur la Nivelle :

Terebratula obesa Sow.

Terebratula Nervensis d'Arch.

Rhynchonella scaldisensis, d'Arch.

(1) Communication faite dans la séance du 18 Juin 1894 ; manuscrit remis le 20 Juin. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 16 Juillet 1894.

Pour aider à la compréhension des renseignements succincts de cette note, l'auteur a présenté une petite carte publiée dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences du 11 juin 1894. Il désire faire remarquer que le petit massif noir, en forme de clef, placé sur cette carte, au N.-O. de Goizueta, est une tache d'encre qui n'existe pas dans la carte manuscrite, ni sur les premières épreuves.

Ces formes du *Tourtia* sont accompagnées de petites *Terebratelles* désignées par Leymerie *T. crassicosta*, et voisines de la *T. Delbosi*, très fréquente dans les calcaires crétacés des Pyrénées. J'ai trouvé en outre à Ihins un *Pecten* ressemblant à *P. Passyi* d'Archiac, du *Tourtia*. A Salles-Magiscard, près d'Orthez, on trouve dans un bloc, signalé par M. Seunes, des *Terebratules* également du *Tourtia*, et que l'on peut regarder comme des formes de la *T. biplicata* Sow., du Cénomanien de l'Angleterre. Dans cette dernière localité, j'ai signalé la présence de fossiles ressemblant à des formes peu caractéristiques du Gault et accompagnés de *Magas pumilus* Sow. On ne peut douter que cet horizon à Brachiopodes représente un même rivage à la base du Flysch.

M'étant préparé aux études paléontologiques à la Faculté de Médecine d'Edimbourg et à l'Ecole des Mines de Londres, j'ai acquis dans ces écoles une profonde méfiance envers la paléontologie stratigraphique qui prétend se passer de la stratigraphie. J'ai donc soumis mes fossiles d'Ihins, en 1880, à MM. Etheridge, Fischer, Hébert et Munier-Chalmas, qui m'ont indépendamment assuré qu'ils étaient jurassiques. J'ai donc essayé d'interpréter la stratigraphie, qui les plaçait dans le Crétacé, au moyen de la théorie des Klippen, et plus tard au moyen de l'hypothèse de fossiles dérivés des formations plus anciennes. Mes observations depuis l'époque en question, m'ont fait rejeter ces hypothèses provisoires et revenir à la conclusion que mes propres déterminations, dans ce cas, comme dans beaucoup d'autres, valaient autant que les déterminations plus théoriques, et que la stratigraphie sans hypothèses était le meilleur guide dans les montagnes.

Dans ces conditions, j'ai accompagné à Ihins, à Cambo, etc., un représentant autorisé de la stratigraphie paléontologique, dont les méthodes et les résultats, acceptés et cités partout, m'ont utilement édifié sur la manière d'établir et de confirmer l'existence des sous-étages qui, depuis quelques années, se multiplient d'une façon remarquable.

M. Seunes a d'abord classé les gisements d'Ihins et de Salles-Magiscard, dans le Néocomien, et plus tard il a classé le premier dans l'Aptien inférieur et le second dans le Gault, toujours avec une égale certitude, et en dénonçant l'ignorance des géologues du pays. Pour lui, les *Terebratules* d'Ihins sont « de grosses *Terebratules* rappelant *Terebratula Montoni* d'Orb. » Bien que je lui ai fait part de mes observations, et des déterminations précitées, en lui montrant la carrière, il ne s'est pas préoccupé de cette très belle

faune, mais il affirme qu'il a trouvé à Ihins « les mêmes fossiles » que ceux que je lui ai indiqués de l'autre côté de la vallée. Ces derniers fossiles, que je n'ai jamais pu trouver à Ihins, bien que j'aie depuis longtemps à peu près épuisé la carrière, sont la *Rhynchonella lata* Sow. et des Orbitolines, que j'avais signalées partout dans les calcaires cénomaniens de la région. Les échantillons que M. Seunes m'a prié de lui envoyer, lui ont, selon sa lettre de réponse, permis de déterminer les espèces d'Orbitolines trouvées ailleurs, et il les a publiées comme *O. conoidea*, *O. discoidea* et *O. aperta*, tout en affirmant six fois dans sa thèse que je classais dans le Jurassique la falaise que je lui ai montrée sur place comme certainement crétacée, et dont je lui ai envoyé les Orbitolines.

Des fossiles crétacés, que je lui ai également signalés entre Ascaïn et Sare, lui ont également fait dire six ou sept fois, dans la même thèse, que je plaçais dans le Lias les couches d'une carrière qui est superposée à une carrière de gypse, et pour laquelle j'avais, dans mes notes, déclaré suspendre toute conclusion, lui ayant expliqué sur mes cartes détaillées, ses relations incontestables avec le Crétacé, bien que le gypse se présente immédiatement au-dessous et en face de la carrière. Les Orbitolines trouvées en face d'Ihins, ainsi que celles que j'ai signalées à M. Seunes entre Ascaïn et Sare, et dont il a pu examiner mes échantillons à la Sorbonne, sont précisément semblables à celles qui se trouvent dans les gisements incontestablement cénomaniens, et il a lui-même déclaré que son *Flysch* cénomanien est caractérisé par *O. conoidea* et *O. discoidea*. Quant à la *Rhynchonella lata* (ou *latissima*) Sow., elle est fréquente dans les calcaires cénomaniens de toute cette partie des Pyrénées et elle est regardée par Davidson comme « une espèce essentiellement cénomaniennne », M. Seunes ayant cité à rebours Davidson et Sowerby à cet égard (1).

Quant aux Brachiopodes de Salles-Magiscard, M. Seunes les a nommés *Terebratula Dutemplei* d'Orb. Ayant montré dix exemplaires, extraits d'un bloc spécialement signalé par M. Seunes comme contenant cette espèce, M. Munier-Chalmas m'a assuré qu'on ne peut nullement les assimiler à l'espèce en question. *Ter. aff. Moutoni* d'Orb. et *T. tamarindus* Sow., citées dans la même localité, sont faciles à confondre avec des espèces du Tourtia, et *T. sella* Sow., ajoutée dans

(1) La *Rhynchonella latissima* Sow. est placée dans le Cénomanien dans toutes les meilleures collections, et notamment à la Sorbonne, où elle se trouve dans le tiroir du Tourtia cénomanien de Belgique.

la liste générale de M. Seunes, mais oubliée dans ses coupes, ne me paraît pas mériter la discussion dont elle est susceptible.

La base des terrains crétacés de la Nive étant donc cénomannienne et le *Flysch* qui recouvre cette formation étant recouvert en stratification parfaitement normale par le Sénonien de Bidart, à faune comparable à celle de Gosau, il est possible de discuter la question de l'âge des faunes de Laduch et Ste Barbe (d'Ustaritz) que j'ai trouvées entre les deux alleurements ainsi définis. Pour ces faunes, j'ai procédé de même que dans le cas d'Ihins. J'ai prié M. Barrois, qui a réformé tout le Crétacé de l'Angleterre, d'examiner ces faunes curieuses. Il les a déterminées comme formées d'un assemblage d'espèces nettement turoniennes. M. Seunes, qui avait déjà placé leur terrain dans le Néocomien, en signalant les erreurs des géologues qui le plaçaient dans le Crétacé supérieur, a ensuite déterminé les fossiles qu'il a vus, comme une faune du Gault.

Ayant fait remarquer que les déterminations de M. Barrois m'obligeaient à introduire une modification importante dans les cartes que j'avais publiées, j'ai d'abord cherché à compléter la faune, et essayé de la comparer aux espèces du Gault. Ayant trouvé que les espèces ne concordaient presque jamais avec les types du Gault, avec lesquelles ils présentaient plus ou moins de ressemblance, j'ai essayé de les comparer aux types de Plans d'Aups, Martigues, etc., de Provence, qui occupent une situation stratigraphique très analogue, et qu'on a successivement attribués au Provencien, Campanien inférieur, Campanien supérieur, etc., comme on a attribué la faune de Bidart successivement au Cénomannien, Santonien, Campanien inférieur et Campanien supérieur. A travers toutes ces attributions, la certitude d'une situation assez analogue m'a paru percer. J'ai, en effet, par mes propres déterminations, réuni la liste suivante des fossiles que j'ai trouvés à Laduch et Sainte-Barbe, avec quelques échantillons trouvés par M. Goreeix. Je puis dire que le niveau est bien certainement le même, et qu'il n'y a pas lieu de faire une distinction entre les deux gîtes.

Turritella Coquandiana d'Orb., Sén.
Janira quadricostata Gold. Turon.
Trigonia Lamarckii Mot. Cén.
Ostrea carinata Lmk. Gosau.
Crassatella regularis d'Orb., Sén.
Arca carinata Sow. Turon.
Panopea rustica Zitt. Gosau.
Astarte Guérangeri d'Orb. Cén.
Rhynchonella difformis Betr. Turon.

Cardium hillanum Sow. Gosau.
Cerithium Gardanense Math. Sén.
Fusus marticensis Math. Sén.
Natica cf. lyrata Sow. Gosau.
Gervilia cf. Cosuensis Piet. et de L. Tur.
Epiaster cf. aquitanicus d'Orb. Sén.
Turritella cf. testiculosa Math. Turon.
Terebratula tornacensis d'Arch. Cén.
Plicatula aspera, Sow. Gosau.

Cyprina cf crassidentata Zittel. Gosau.
Cyprina cf cycladiformis Zittel. Gosau.
Cerithium cf Valerius Vern. et Lav.
Pecten interstriatus Leym. Cén.
Pecten nov. sp. voisine de *Goldfussi*.
Nucula cf orata Mant. Albien.
Avellana nullement *sub-incrassata* et plus voisine de *decurtata* de Gosau.

Scalaria cf Gastina d'Orb. Albien.
Venericardia.
Solarium.
Pinna.
Trochocyathus Gosau.
Orbitolina concava Gosau.
 » *aperta*.
Nucula bivirgata Fitton.

Dans toute cette faune, il y a deux espèces qui sont particulièrement bien caractérisées : ce sont la *Turritella Coquandiana* et le *Cerithium Valerius*. La première est, dans mes échantillons trouvés par M. Gorceix à Laduch, identique au type de d'Orbigny, provenant de Provence, et absolument différente des espèces comparables du Gault. La deuxième présente une différence analogue avec le type de l'Albien, et l'on sait qu'une forme comparable se trouve dans le Nummulitique de l'Inde. La *Nucula bivirgata* est la seule espèce qui présente une difficulté apparente. Mais je ne connais aucune raison sérieuse pour admettre que l'ornementation excentrique de cette Nucule, différemment appréciée par Pictet et d'Orbigny, puisse servir à caractériser un sous-étage. Pour M. Barrois, cette Nucule était incertaine comme espèce ; pour moi, elle est bien la *bivirgata*, et elle prouve que cette forme n'est pas caractéristique du Gault.

La discussion de la faune de Bidart ne serait pas ici à sa place, car elle est bien représentée à droite et à gauche de la Nive, mais presque supprimée dans cette vallée par les ophites. Il suffit de faire remarquer que cette faune, analogue à celle du Sénonien de Gosau, caractérise les roches crétacées qui affleurent au nord ainsi qu'à l'est et à l'ouest des roches de Laduch.

On peut dans ce cas, ou bien supposer, avec M. Seunes, la présence de grandes failles dont rien ne décèle la présence, et les dessiner sans avoir constaté sur le terrain aucun des indices qu'on doit prévoir dans le cas où ces failles existent ; ou bien on peut admettre que M. Seunes n'a pas étudié le terrain et accepter les renseignements de tous les observateurs qui l'ont étudié et qui n'ont pas voulu dessiner des failles dont il n'y a aucune preuve (1).

J'ai constaté dans les Pyrénées occidentales la présence des *faciès* Corallien, Albien, Cénomanién, Flysch, Muschelkalk, Marnes irisées, Schistes lustrés, et encore d'autres, dont aucun n'est restreint à un

(1) Les lignes de raccordement dessinées par M. Gorceix sont théoriques. Le travail *admirable* de MM. Crouzet et de Freycinet est contraire à la présence de failles du genre en question. M. Genreau a confirmé leur absence.

sous-étage, ni même à un étage, et dont la plupart sont accompagnés de fossiles que les spécialistes les plus exercés ne peuvent pas distinguer. Je suis convaincu que ces *faciès* remarquables sont suffisants pour dévoyer complètement tout débutant dans la science, et pour cette raison, j'ai réservé dans mes carnets les trois quarts des observations sur le terrain que je poursuis depuis plus de vingt ans. Dans la vallée de la Nive, comme dans toute la chaîne des Pyrénées, l'étude détaillée, et sans hypothèses, de la stratigraphie, m'a fait comprendre qu'une nouvelle géologie est destinée à sortir des explorations des montagnes, qui ne sont pas depuis très longtemps à la mode. Cette géologie me paraît destinée à remplacer celle des plaines, qui s'est depuis longtemps figée dans le langage de la science. Il convient de terminer l'étude des Alpes, et de commencer sérieusement l'étude des Pyrénées, avant de formuler les principes nouveaux. Mais on peut déjà prévoir que les étages et les sous étages, avec toute la stratigraphie baroque qui est nécessitée par leurs exigences théoriques, disparaîtront pour faire place à une stratigraphie pratique et utile, qui aidera, au lieu de confondre, les arts qui sont le complément de la géologie. Depuis Baltzer, on a suivi une route étrange, et l'exception et le rare sont bien près de se formuler comme la règle. Quand nous connaissons au moins deux chaînes de montagnes avec une certitude qui ne variera pas du jour au lendemain, et quand les observations sérieuses de tous les grands géologues seront respectées comme elles le méritent, au lieu de servir de cible aux attaques les moins justifiées, on pourra conclure à des principes réellement pratiques. M. Suess a posé la question « qu'est-ce qu'une formation ? » Il a voulu répondre en nous ramenant à la mer universelle de Werner, afin de réhabiliter les étages de l'Orbigny, insoutenables devant la théorie darwinienne. Je répondrais à sa question par une autre. C'est en cherchant la signification des *faciès* que nous aurons la clef de la signification des étages, et surtout des sous-étages, et dans la réponse à la question « Qu'est-ce qu'un faciès ? » me paraît renfermé l'avenir de la géologie. Mes études pratiques ayant commencé dans les îles de la Méditerranée et surtout de la Grèce, et les premiers musées que j'ai pu étudier étant ceux de Vienne, j'ai naturellement pensé au *Flysch*, aux *Klippen* et aux *faciès*, en cherchant à comprendre les Pyrénées. Les réponses que j'ai reçues me font regretter de ne pas avoir gardé le silence, mais le Bulletin des Services de la Carte a déjà publié à peu près toutes les conclusions que j'ai émises, et qu'on a d'abord traités d'absurdes, tout en introduisant dans les cartes

officielles le contraire de chaque fait que j'avais constaté. Je ne donnerais pas ici la liste instructive des contradictions en question, mais je prierai les géologues, et surtout les débutants, de s'occuper, dans les Pyrénées, surtout de la question des *faciès*, car ils finiront par reconnaître que les Leymerie, les Pouech, les de Verneuil, les Dufrénoy, ont eu pleinement raison en appliquant à la chaîne qu'ils ont étudiée une méthode absolument contraire à celle dont on a déjà pu apprécier des exemples suffisants. La distinction claire entre la théorie et les faits d'observation est ce qui caractérise les écrits de ces observateurs, et pour moi, constitue la différence entre l'utile et le nuisible en géologie.

Note ajoutée par l'auteur après l'impression. — Mes assertions paléontologiques sont fondées sur les échantillons de provenance certaine des meilleures collections. Après l'examen personnel sur le terrain, qui n'est pas praticable partout, les documents en question me paraissent les plus sérieux.

Sowerby a changé le nom *I. lata* en *I. latissima* pour la raison que le nom *I. lata* avait déjà servi pour une espèce jurassique (Voir Davidson, que M. Seunes prétend citer) M. Seunes cite cet *I. lata* partout dans l'Aptien, et introduit dans la paléontologie une simple citation à rebours. Cette confusion est la base principale de ses attaques. Ayant gardé le silence depuis 1887 jusqu'à 1894, j'ai cru devoir intervenir pour des raisons qui me paraissent essentielles dans l'intérêt de la science.

NOTES STRATIGRAPHIQUES ET PALÉONTOLOGIQUES SUR LA PROVINCE DE BURGOS

par M. LARRAZET (1).

(Pl. XIII).

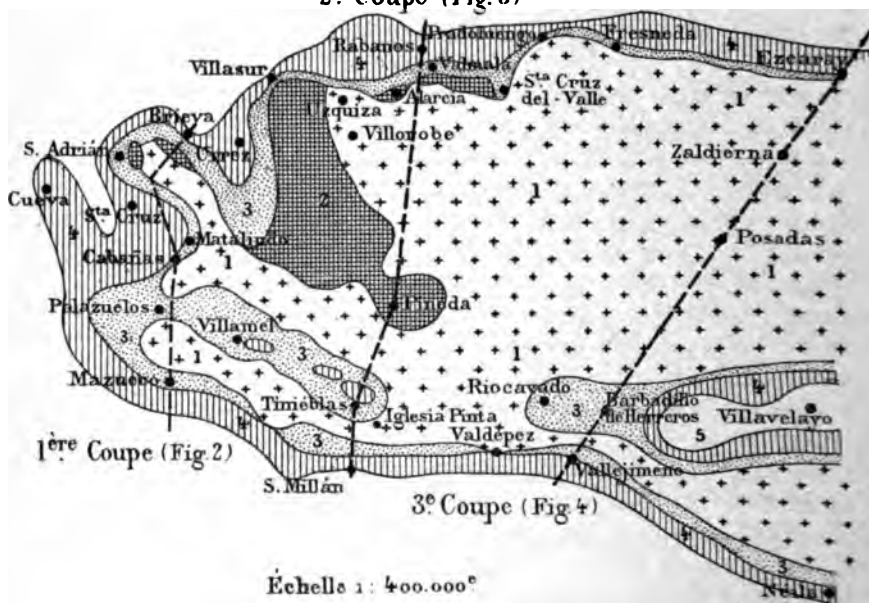
I

Note sur l'extrémité occidentale du massif silurien de la Cordillère celtibérique

La région dont j'étudierai en détail la constitution géologique dans un travail ultérieur comprend l'extrémité occidentale d'un massif (fig. 1) constitué essentiellement par des phyllades

Fig. 1. — Extrémité occidentale du Massif silurien de la Cordillère celtibérique.

2^e Coupe (Fig. 3)



1.^e Phyllades et quartzites; 2. Carboniférien supérieur (poudingues; grès et schistes à empreintes végétales caractéristiques); 3. Trias; 4. Première bande de calcaire marneux jurassique; 5. Infra-crétacé.

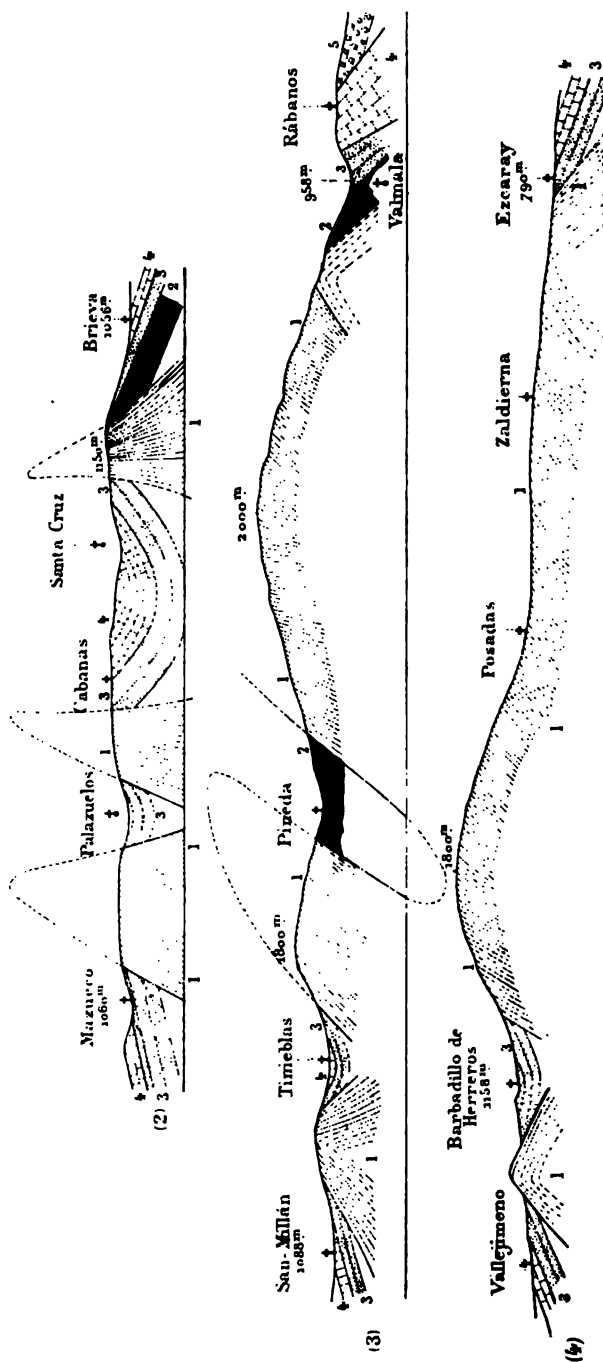
(1) Note présentée à la séance du 18 juin 1894; manuscrit remis le 25 juin. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat le 6 juillet 1894.

auxquels s'ajoutent des couches beaucoup moins nombreuses de quartzites. Ces roches ont tout à fait l'apparence de celles de la Montagne-Noire où M. Bergeron a découvert la faune primordiale; on n'y a pas encore trouvé de fossiles, cependant étant donné leur faciès, je les considère comme *siluriennes* à l'exemple de tous les auteurs qui les ont mentionnées. Elles forment dans la province de Burgos la *Sierra de la Demanda* dont la partie principale est limitée à l'ouest par une ligne de 20 kilomètres environ, qui passerait par les villages de Uzquiza, Villorobe, Pineda de la Sierra et Iglesia Pinta. A l'est de cette ligne, on ne trouve sur de grands espaces que des phyllades et des quartzites et, d'ordinaire, à des altitudes relativement très élevées (de 1600 à 2134 m); mais à l'ouest, ces roches forment *trois bandes* longues et étroites dont l'altitude va en décroissant (de 1600 à 1100 m).

La bande la plus méridionale se détache de la partie principale du massif aux environs de Iglesia Pinta et se termine au S.-O. de Palazuelos de la Sierra. Sa direction est E.S.-E. O.N.-O. et sa longueur de 15 kilomètres environ. On la voit entre Tinieblas et San Millán (Fig. 3), entre Palazuelos et Mazueco (Fig. 2), etc. La seconde, longue de 12 kilomètres, se sépare du massif principal entre Pineda et Iglesia Pinta; elle est encore dirigée E.S.-O. O.N.-O., sauf près de son extrémité occidentale où elle se recourbe vers le S.-O. de façon à rétrécir, aux environs de Palazuelos de la Sierra, l'étroite et profonde échancrure qui existe entre elle et la précédente. Cette échancrure est formée de Jurassique et surtout de Trias; c'est un golfe triasique dont la partie rétrécie constitue ce que j'ai appelé le « *détroit triasique de Palazuelos de la Sierra* ». La troisième bande, longue de 7 ou 8 kilom., se détache de la seconde à l'est de Matalindo (1); elle se dirige vers le N.-O. et se termine entre San Adrián et Brieva de Juarros; on la voit notamment entre Santa Cruz et Brieva. (Fig. 2). Elle forme avec l'extrémité de la précédente un golfe triasique dont l'ouverture très large, située entre Palazuelos et San Adrián, est de 7 ou 8 kilom., tandis que sa dimension de l'est à l'ouest n'est que de 2 kilom. environ. La même bande délimite avec la précédente et avec la partie principale du massif silurien un golfe bien plus important, dont la partie terminale est située aux environs de Pineda de la Sierra et dont l'ouverture atteint une largeur de 10 kilom. (de l'est de Villasur de Herreros à l'ouest de Brieva). Ce

(1) On pourrait évidemment considérer cette troisième bande comme le prolongement de la seconde et dire que celle-ci se *bifurque* à l'est de Matalindo; mais pour la facilité de la description je préfère envisager *trois bandes occidentales*.

Fig. 2, 3 et 4. — Coupes de l'extrémité occidentale du Massif silurien de la Cordillère cellihérique.



Échelle des longueurs $\frac{1}{10000}$. — Échelle des hauteurs $\frac{1}{10000}$.

1, Phyllades et quartzites; 2, Carboniférien supérieur; 3, Trias; 4, Jurassique; 5, Poudingues (Éocene supérieur?).

golfe mesure une quinzaine de kilom. dans sa plus grande longueur N.-O. S.-E. ; il est formé en grande partie de Carboniférien supérieur sur lequel repose le terrain triasique.

Outre les trois bandes occidentales de terrain silurien dont je viens de parler, j'en signalerai une autre qui se détache du massif principal entre Riocavado et Valdepez et qui de là se dirige vers l'E. S.-E. ; sa largeur qui, à l'origine (au sud de Riocavado), n'est guère que de 2 kilom., atteint 8 kilom. entre Néila et Villavelayo ; elle semble être le prolongement vers l'E. S.-E. de la première bande dont j'ai parlé plus haut.

D'ailleurs, l'étude stratigraphique confirme cette dernière idée et montre que les deux golfes délimités en partie par les deux bandes méridionales remplissent très probablement un même synclinal silurien. J'ai suivi ce synclinal presque sans interruption sur une longueur de 35 kilom. environ : tout d'abord de Villavelayo à Riocavado où il est rempli par du Trias, du Jurassique et de l'Infracrétacé (Fig. 4, Barbadillo de Herreros), puis de Riocavado à Iglesia Pinta, où l'on ne voit guère que des phyllades et des quartzites, et enfin de Iglesia Pinta à Palazuelos de la Sierra, où j'ai déjà signalé un golfe triasique et jurassique (Fig. 3, Tinieblas ; Fig. 2, Palazuelos).

Ce synclinal, que j'ai appelé *synclinal méridional*, est dirigé de l'ouest à l'est dans le golfe de Riocavado et de l'E. S.-E. à l'O. N.-O. dans celui de Tinieblas : d'après ce qui précède, on voit qu'il détache du massif principal une très longue bande qui ne se relie à lui que sur un espace de 7 kilom. (entre Iglesia Pinta et Riocavado) ; cette bande, dans tous les points où j'ai eu l'occasion de l'observer (Fig. 2, 3 et 4), est constituée par un anticlinal dont le flanc sud appartient au géosynclinal de la vallée du *Duro* et dont le flanc nord fait partie du synclinal méridional signalé un peu plus haut. Essayons de déterminer les synclinaux qui se trouvent au nord de ce synclinal méridional.

Les fig. 3 et 4 montrent que sur des distances de 15 à 18 kilom. prises à peu près perpendiculairement à la direction des couches, on voit toujours ces dernières plonger vers le S. S.-O., vers le S. ou vers le S. S.-E., sauf les cas de verticalité ou de fausse stratification. Or, il faut remarquer que leur inclinaison est très rarement inférieure à 30° et qu'au contraire elle dépasse d'ordinaire 50° et atteint même assez souvent la verticale. Il en résulte que l'on arriverait à un chiffre inadmissible pour leur épaisseur totale si l'on supposait qu'elles sont régulièrement superposées. On est

obligé de conclure que la *Sierra de la Demanda* est constituée essentiellement par un certain nombre de plis isoclinaux parfois verticaux, mais ordinairement renversés vers le nord.

La détermination de ces plis offre de grandes difficultés, car, en l'absence de fossiles, on ne peut guère se baser que sur la place qu'occupent les dépôts postsiluriens.

Voici les résultats auxquels je suis parvenu :

La 1^{re} coupe (fig. 2) est menée tout à fait à l'extrémité occidentale du massif silurien ; elle rencontre la première bande silurienne entre Mazueco et Palazuelos, la seconde entre Palazuelos et Cabañas et la troisième entre Santa Cruz et Brieva. Elle montre deux synclinaux (celui de Palazuelos et celui de Cabañas), ainsi que le flanc nord du géosynclinal de la vallée du Duero (au nord de Mazueco) et le flanc sud du géosynclinal de la vallée de l'Ebre (au sud-ouest de Brieva de Juarros).

La seconde coupe (Fig. 3) menée de 10 à 13 kilom. à l'est de la précédente, traverse la partie principale du massif silurien non loin de son bord occidental ; elle montre tout d'abord les deux premières bandes entre lesquelles est situé le synclinal de Tinieblas (synclinal méridional), puis le Carboniférien de Pineda de la Sierra qui remplit probablement un synclinal isoclinal silurien ; enfin, de Pineda à Valmala, on observe des couches verticales ou à inclinaison très forte vers le S.S.-E. excepté en quelques points, notamment dans les altitudes les plus élevées du versant septentrional de la Sierra où le pendage est vers le S. ou vers le S.S.-E. de 40 à 45°. Près de l'extrémité de la coupe, sur le bord du géosynclinal de la vallée de l'Ebre, on voit au sud de Valmala le Carboniférien supérieur, et, au nord de la même localité, des grès triasiques, des calcaires jurassiques et le début d'une puissante formation de poudingues dont les couches plongent au N.N.-O. de 10 à 15°. On peut relever une belle coupe de ces poudingues sur la route de Pradoluengo à Belorado ; à Pradoluengo, ils reposent sur les calcaires jurassiques et ils disparaissent au sud de Belorado sous des couches gypseuses qui couvrent d'immenses étendues, particulièrement au N.-O., au N. et N.-E. de Belorado. J'aurai à reparler (en traitant du terrain aquitainien) de ces poudingues que j'attribue à l'Éocène supérieur et des couches gypseuses que je considère comme tongriennes.

Il me reste à parler de la troisième coupe (Fig. 4) qui passe à une assez grande distance à l'est de la précédente. Elle traverse également dans son entier le massif silurien. On y observe successivement en allant du S.-O. vers le N.-E. : 1° au sud de Barbadillo de

Herreros la *bande méridionale* que les deux coupes précédentes montrent également au sud de Tinieblas et de Palazuelos; 2° le *synclinal méridional* qui, à Riocavado et à Barbadillo de Herreros, ne renferme que du Trias tandis que plus à l'est, du côté de Villavelayo, il supporte en outre du Jurassique et de l'Infracrétacé; 3° de Barbadillo de Herreros (prov. de Burgos) jusqu'au-delà de Zalduerna (Logroño), c'est-à-dire sur un espace de 15 kilom. environ, des phyllades et des quartzites qui plongent au S.S.-E, au S. ou au S.S.-O. de 35 à 70°; 4° au sud de Ezcaray (Logroño) des phyllades qui inclinent vers le N.-O. de 50° et font partie du géosynclinal de la vallée de l'Ebre.

Dans la fig. 2 nous avons donc constaté deux synclinaux (celui de Palazuelos et celui de Cabañas) entre le géosynclinal de la vallée du Duero et celui de la vallée de l'Ebre. Le synclinal de Palazuelos fait très probablement partie, ai-je dit, du *synclinal méridional* que nous retrouvons à Tinieblas (Fig. 3) et à Barbadillo de Herrero (Fig. 4). Quant au synclinal de Cabañas il correspond peut-être à celui de Pineda (Fig. 3).

En outre, de 6 à 7 kilomètres au N.N.-O, de Pineda, sur la route de Villorobe, on voit des schistes et des poudingues carbonifériens qui semblent indiquer un isoclinal silurien comme celui de Pineda; 2 kilomètres 1/2 plus loin, sur un espace de 1 kilomètre environ, les phyllades forment probablement un synclinal, car leur inclinaison a lieu d'abord vers le nord de 30 à 40° et puis vers le sud de 25 à 40°; enfin, au Nord de Villorobe, les phyllades et les quartzites plongent vers le S.S.-E. de 25 à 40° et forment peut-être un synclinal isoclinal avant de constituer au nord de Uzquiza le flanc sud du géosynclinal de la vallée de l'Ebre. D'après ce qui précède, il y aurait au nord de Pineda, trois synclinaux siluriens qui viendraient s'ajouter à ceux de Tinieblas et de Pineda: les axes de ces cinq synclinaux seraient séparés par des distances variant entre 3 et 5 kilomètres.

Dans le travail détaillé que je publierai prochainement, et que je prépare au Laboratoire des Recherches géologiques de la Sorbonne, j'exposerai toutes les autres observations que j'ai faites sur le massif silurien ainsi que sur les terrains qui l'entourent.

II

**Espèces et variétés nouvelles de Potamides
du terrain aquitanien (province de Burgos)**

On trouvera plus loin une étude stratigraphique du terrain aquitanien de Castrillo del Val (prov. de Burgos). Les fossiles les plus remarquables que ce terrain m'a fournis sont des *Potamides* dont la planche XIII montre les principales variétés. De la fig. 1 à la fig. 22, on voit trois groupes de ces Potamides. Chacun d'eux commence par une forme *tuberculée* et se termine par une forme *lisse* en montrant les principaux passages qui existent de l'un à l'autre.

PREMIER GROUPE

Le premier groupe comprend les 14 premières formes (fig. 1 à 13), dont voici les principaux caractères distinctifs :

Fig. 1 et 1 bis. — Il y a, à chaque tour, deux côtes fortement tuberculées ; la première (qui est située à la partie inférieure du tour) a des tubercules plus gros que la seconde.

Fig. 2. — Il existe une *côte intermédiaire* très peu accusée et à peine tuberculée, mais dans le dernier tour seulement ; dans l'avant-dernier tour, cette côte est à peine visible et n'est pas tuberculée ; — les autres tours sont identiques à ceux de la fig. 1.

Fig. 3. — Une côte tuberculée *intermédiaire*, ou *seconde côte*, existe à tous les tours ; ses tubercules, dans la moitié inférieure de la spire, sont moins accusés que ceux de la 3^e côte, et ceux-ci le sont moins que ceux de la première.

Fig. 4. — Tous les tubercules sont à peu près égaux ; cependant ceux du premier rang sont légèrement plus forts dans la moitié supérieure de la spire.

Fig. 5. — Tous les tubercules sont moins forts que précédemment et à peu près égaux ; chaque tour est orné de lignes saillantes transversales qui réunissent les tubercules correspondants des trois côtes, surtout ceux des deux premières. Ce caractère est un peu indiqué dans la figure précédente (fig. 4), mais il ressort beaucoup moins, bien qu'en certains points les tubercules de plusieurs tours paraissent disposés sur une même ligne.

Fig. 6. — Les tubercules sont plus espacés que dans les figures précédentes et ils tendent à disparaître, surtout ceux de la seconde côte qui, d'ailleurs, est complètement lisse en certains points des deux derniers tours.

Fig. 7. — Ce Potamide se rapproche du précédent par quelques côtes non tuberculées ou à peine tuberculées (2^e et 3^e côtes du dernier tour, avant-dernier tour, etc.), ainsi que des fig. 3 et 4 par les tubercules serrés des premiers tours et quelques côtes du premier rang fortement tuberculées. De fines stries d'accroissement ornent les derniers tours.

Fig. 8. — Les côtes de la moitié supérieure du test sont complètement lisses ou presque lisses ; elles sont traversées par de fines lignes d'accroissement. Entre la première et la seconde côte il existe un sillon plus marqué qu'entre la seconde et la troisième. Une quatrième côte est visible, particulièrement sur les derniers tours.

Fig. 9. — Les tubercules des côtes sont espacés comme dans la fig. 6 ; mais le test est plus lisse : les côtes des derniers tours ne sont pas tuberculées ou le sont très peu. En outre, il y a une tendance marquée à la formation d'une carène correspondant à la 3^e côte.

Fig. 10. — La 3^e côte, plus forte et plus saillante que les deux autres, forme encore ici une carène ; les tours sont aplatis et légèrement inclinés, au-dessous de la carène, de dehors en dedans. Les trois côtes sont à peine tuberculées et il en existe une quatrième très fine au-dessus de la carène, sur le bord supérieur des tours.

Fig. 11. — Les tours sont arrondis et ornés de quatre côtes complètement lisses.

Fig. 12. — Les tours sont plus aplatis et ont trois côtes à peu près complètement lisses.

Fig. 13. — Cet échantillon se distingue du précédent par un angle spiralsensiblement plus faible ; au dernier tour on voit la *columelle* (elle n'est pas plissée).

SECOND GROUPE

Le second groupe comprend quatre échantillons (fig. 14 à 17), dont les caractères distinctifs sont les suivants :

Fig. 14. — Disparition complète ou presque complète de la première côte qui est remplacée dans les premiers tours par une ligne de petits tubercules qui ne sont plus visibles à la partie supérieure de la spire. La 2^e et la 3^e côte existent à tous les tours ; assez bien tuberculées dans les premiers, elles le sont à peine dans les derniers. Cet échantillon se rattache à quelques-uns de la première série (fig. 4, 5, 6, 7) par les trois rangs de tubercules des premiers tours ; mais il s'en distingue nettement par la tendance à la disparition des tubercules du premier rang ; nous avons vu, en effet, que

la prédominance de ces derniers tubercules caractérise la plupart des *Potamides* dont il a été question plus haut.

Fig. 15. — Il n'y a plus que deux côtes à tous les tours et elles sont complètement lisses ; la côte inférieure est la plus forte et se trouve à peu près à la moitié du tour ; au-dessous de cette côte, il existe un large sillon mal limité à la partie inférieure du tour qui forme un rebord à peine saillant ; en certains points ce rebord semble remplacer la première côte.

Fig. 16. — Les deux côtes (la seconde et la troisième) sont un peu moins saillantes ; les tours sont plus régulièrement convexes car leur partie inférieure ne forme pas le rebord qui a plus ou moins l'apparence d'une côte. On voit dans les derniers tours de faibles traces de la première et de la quatrième côtes. Il y a des individus où ces traces ont complètement disparu. Les formes à deux côtes semblent donc dériver aussi bien des formes à trois et à quatre côtes (fig. 11, 12 et 13) que de celles dont les premiers tours sont tuberculés (fig. 14).

Fig. 17. — Tours de spire plus lisses que dans la variété précédente ; les deux côtes existent encore, mais sont à peine perceptibles.

TROISIÈME GROUPE

Le 3^e groupe comprend cinq échantillons (fig. 18 à 22).

Fig. 18. — Sillon bien plus net entre la première et la seconde côte de chaque tour qu'entre la seconde et la troisième. Cela est dû en grande partie à ce que les tubercules de la première côte sont relativement gros, tandis que ceux de la seconde et de la troisième ont une tendance à disparaître. Cet échantillon se rapproche de la 4^e variété du premier groupe (fig. 3) par ses forts tubercules du 1^{er} rang, de la 6^e variété par ses lignes d'accroissement (fig. 5), de la 8^e et de la 9^e variété (fig. 7 et 8) par ses côtes du 2^e et du 3^e rang à peine tuberculées et de la 9^e variété par son sillon caractéristique. Ce sillon rappelle également jusqu'à un certain point la seconde forme de *Potamide* de la série précédente (fig. 15).

Fig. 19. — Un méplat presque complètement lisse occupe la place des deux dernières côtes et du sillon qui les séparait ; au-dessous de ce méplat il y a le sillon caractéristique de la série et la première côte tuberculée.

Fig. 20. — Sauf quelques légers plis transversaux au dernier tour, le méplat et la première côte sont complètement lisses et séparés par un sillon bien visible. Dans les premiers tours on voit une légère trace des trois côtes et dans les autres, sur le bord

supérieur, une quatrième côte à peine saillante : Ces caractères rappellent ceux des trois dernières formes du premier groupe (fig. 11, 12 et 13).

Fig. 21. — Le sillon caractéristique du troisième groupe est bien plus effacé que dans l'échantillon précédent et les premiers tours sont absolument lisses et dépourvus de tout ornement. Mais dans les derniers tours on aperçoit de légères traces de trois ou quatre côtes et même quelques tubercules plus ou moins effacés au premier rang. Ces divers caractères rapprochent ce Potamide des trois précédents, des trois derniers du premier groupe (fig. 11, 12 et 13) et du dernier du second groupe (fig. 17).

Fig. 22. — Il y a sur cet échantillon une trace à peine perceptible du sillon. C'est une forme pour ainsi dire dépourvue d'ornements comme les premiers tours de la précédente (fig. 21) et la dernière du second groupe (fig. 17) dont elle se distingue par ses tours plus aplatis.

Il me reste à parler d'une variété tuberculée (fig. 23) que je n'ai pu faire rentrer dans aucune des trois séries précédentes.

Fig. 23. — Les premiers tours ont trois rangs de tubercules comme dans les fig. 4, 5, 6, 7, 8 du 1^{er} groupe ; mais l'on remarque bientôt l'adjonction d'une quatrième côte à peine tuberculée et la disparition complète ou presque complète de la seconde côte et des tubercules de la troisième. Dans tous les tours, la première côte est assez nettement tuberculée ; la troisième est toujours bien saillante, même dans les points où elle n'est pas tuberculée ; l'une et l'autre forment une sorte de carène ; entre les deux existe une concavité à peine accusée ou plutôt une sorte de méplat au milieu duquel on voit une très légère trace de la seconde côte.

Si j'essaie maintenant de résumer ce qui précède je formerai de tous les fossiles dont je viens de parler *sept sections* en me basant sur les caractères suivants :

- 1° Deux rangs de tubercules (fig. 1 et 1 *bis*) ;
- 2° Trois rangs de tubercules (fig. 3, 4 et 5) ;
- 3° Trois côtes à tubercules plus ou moins espacés et carène formée par la troisième côte (fig. 9) ;
- 4° Quatre côtes ; la première et la troisième sont tuberculées et forment une sorte de carène (fig. 23) ;
- 5° Deux, trois ou quatre côtes bien visibles, dépourvues de tubercules ou avec des tubercules à peine perceptibles (fig. 11, 12, 13, 15 et 16) ;

6° Pas d'ornements ou ornements à peine visibles (fig. 17 et 22) ;

7° Formes de passage (fig. 2, 6, 7, 8, 10, 14, 18, 19, 20 et 21).

La 1^{re} section formera une première espèce : *Potamides Gaudryi*.

Les sections 2, 3, 4, 5 et 6 formeront une seconde espèce que je désignerai sous le nom de *Potamides Munieri*.

Quant aux formes de passage de la 7^{me} section on pourra les rapporter à l'une ou à l'autre des variétés voisines suivant leurs caractères.

Je vais donner maintenant sur chacune de ces espèces et variétés quelques détails que j'ai omis à dessein dans ce qui précède pour mieux faire ressortir les caractères distinctifs des formes successives.

POTAMIDES GAUDRYI (NOV. SP.)

(fig. 1 et 1 bis)

Coquille allongée, turriculée, conique, pointue à la partie inférieure, composée de nombreux tours assez aplatis ; chacun de ces derniers est orné de deux larges côtes tuberculées. Les tubercules de la première côte sont nombreux, gros, plus ou moins arrondis et atteignent le bord inférieur de chaque tour : ceux de la seconde côte sont aussi nombreux, mais ils sont sensiblement moins gros que les précédents, surtout à la partie moyenne et supérieure de la coquille et n'atteignent pas tout à fait le bord supérieur du tour. Le sillon qui existe entre ces deux rangs de tubercules est à peu près aussi large que ces derniers et est traversé par de larges lignes relativement peu proéminentes réunissant deux à deux les tubercules des deux rangs. Le péristome est ovale, presque arrondi ; le dernier tour est déprimé à sa partie supérieure, où il est orné de quatre côtes longitudinales au-dessus de la seconde côte tuberculée.

Longueur de l'un des échantillons pris comme type = 48 millim.

Largeur du dernier tour = 11 millim.

Le second échantillon (fig. 1 bis) a des dimensions un peu plus grandes.

Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, le fossile représenté par la fig. 2 établit le passage entre ceux que je viens de décrire et le premier de l'espèce suivante (fig 3) ; mais il est plus rapproché de *Potamides Gaudryi*.

POTAMIDES MUNIERI (NOV. SP.)

(fig. 3 à 23)

Je pense que l'on doit attribuer à la même espèce tous les *Potamides* représentés dans la planche XIII à partir de la fig. 3.

En effet, tout d'abord dans le premier groupe (fig. 3-13), on voit tous les passages entre le grand échantillon à trois rangs de tubercules (fig. 3) et ceux qui sont ornés de trois ou quatre côtes non tuberculées (fig. 11, 12 et 13). En second lieu, dans le second et dans le troisième groupes, on passe d'une des formes appartenant à la série précédente (fig. 14 et 18) à celles qui n'ont que deux côtes non tuberculées (fig. 15 et 16) ou qui sont dépourvues de tout ornement (fig. 17 et 22). Enfin le dernier échantillon (fig. 23) se rattache nettement au premier groupe par ses premiers tours. Tous ces *Potamides* ont une coquille allongée, turriculée, conique, et composée d'un assez grand nombre de tours. Ces tours sont généralement plus ou moins plans (fig. 19, 22, etc.) ; mais parfois ils deviennent convexes (fig. 11, 16) ou présentent une ou deux carènes plus ou moins nettes (fig. 9, 10, 23) ; l'angle spiral, généralement faible, offre cependant quelques remarquables variations (fig. 12 et 13). Les caractères du péristome et du dernier tour sont les mêmes que ceux que j'ai constatés pour l'espèce précédente. La columelle n'est pas plissée (fig. 13) ; cependant, elle présente des traces presque imperceptibles de plis en certains points de sa longueur. La taille qu'atteignent certains individus est très remarquable ; elle peut être de 52 millim. (fig. 3). L'espèce la plus voisine est *Potamides Lamarcki* dont certaines variétés rappellent celles dont nous avons précédemment parlé (notamment fig. 3, 4, 7, 11, 15). Le *Potamides Lamarcki* a une longueur moyenne comprise entre 20 et 25 millim. (Ormoy, Etampes, Mayence, etc.) L'échantillon pris par Deshayes comme type de la même espèce a une longueur de 27 millim. et une largeur de 12 millim. (Descript. des coq. foss. des env. de Paris, 1824, p. 410).

J'ai distingué précédemment trois formes tuberculées et deux formes non tuberculées de *Potamides Munieri*. Je vais rapidement les passer en revue.

Potamides Munieri s. str. (nov. spec.)

(fig. 3, 4 et 5).

Le type de l'espèce est représenté par les individus dont chaque tour est orné de trois côtes complètement tuberculées. Assez souvent, les tubercules les plus faibles sont ceux du second rang, puis viennent ceux du troisième et enfin ceux du premier (fig. 3) ; mais cette différence n'existe pas toujours (fig. 4 et 5). Les tours peuvent avoir des ornements transversaux : ce sont des lignes d'accroissement ou de petites côtes qui réunissent deux à deux les tubercules corres-

pendants des trois côtes longitudinales. Quelquefois les tubercules, sans être reliés entre eux par des ornements transversaux, sont disposés de telle sorte que sur une certaine longueur des tours de spire ils paraissent former des séries en ligne droite.

Le premier individu, pris comme type de l'espèce (fig. 3), a une longueur de 52 millim. et une largeur au dernier tour de 12 millim.

Ces dimensions pour le deuxième sont : 32 millim. et 10 millim., et pour le troisième : 35 millim. et 10 millim.

Les formes de passage, fig. 6 et 7, appartiennent plutôt à *Potamides Munieri* qu'aux variétés suivantes ; mais celle que représente la fig. 8 appartient aussi bien à cette espèce qu'à la variété *Boulei* (fig. 11), car la moitié inférieure de la spire a trois rangs de tubercules et sa moitié supérieure est ornée de quatre côtes presque dépourvues de tubercules.

PREMIÈRE VARIÉTÉ A TUBERCULES

Potamides Munieri, var. *Dereimsi* (nov. var.)

(fig. 9)

J'ai parlé plus haut de cette variété qui se rattache aux formes précédentes (fig. 7 et 8) par la tendance à la disparition de ses tubercules, et aux formes suivantes (fig. 10, 11, 12 et 13) par les trois côtes presque lisses de ses derniers tours. Mais elle se distingue des unes et des autres par ses tubercules relativement espacés et surtout par la forme de ses tours dont la section offre un double plan incliné de dehors en dedans, au-dessus et au-dessous d'une carène formée par la 3^e côte. Le plan incliné supérieur est assez net ; l'inférieur est plus visible dans la forme de passage, fig. 10, qui présente une carène plus saillante et qui, par ses autres caractères, se rapproche de la variété *Boulei* (fig. 11, 12 et 13).

En reconstituant l'extrémité inférieure du type de la variété *Dereimsi* nous obtenons une longueur de 30 millim., tandis que la largeur du dernier tour est de 9 millim.

SECONDE VARIÉTÉ A TUBERCULES

Potamides Munieri, var. *Haugi* (nov. var.)

(fig. 23)

J'ai déjà montré les caractères de cette variété que je n'ai pu intercaler dans le premier groupe à cause de son aspect tout particulier dû principalement à sa première côte tuberculée et à sa troisième côte saillante qui ornent chaque tour de deux carènes

relativement nettes entre lesquelles se trouve une surface plutôt plane que concave. — Ce sont les derniers tours qui présentent ces caractères si différents à première vue de ceux de *Potamides Munieri* (sensu stricto), mais les premiers tours possèdent les trois rangs de tubercules caractéristiques de cette dernière espèce.

PREMIÈRE VARIÉTÉ SANS TUBERCULES

Potamides Munieri, var. *Boulei* (nov. var.)

(fig. 11, 12, 13, 15 et 16)

Je réunis sous ce nom toutes les formes qui sont ornées de côtes non tuberculées ou à peine tuberculées. Le nombre de ces côtes est de quatre (fig. 11) de trois (fig. 12 et 13) ou de deux seulement (fig. 15 et 16) — J'ai parlé plus haut de ces divers échantillons et des formes de passage (fig. 8, 10 et 14) — J'ai également fait remarquer la différence de l'angle spiral dans les fig. 12 et 13.

Dans la fig. 12 la largeur du dernier tour est de 10 millim., tandis que la longueur totale de la spire est à peu près de 30 millim. Ces dimensions pour les fig. 13 et 16 sont à peu près 9 et 35 millim.

SECONDE VARIÉTÉ SANS TUBERCULES

Potamides Munieri, var. *Bergeroni* (nov. var.).

(fig. 17 et 22)

Les deux types de cette variété conservent les traces des ornements qui caractérisent le second et le troisième groupes auxquels ils appartiennent ; mais ces traces (deux côtes dans le premier cas et un sillon dans le second cas) sont à peine visibles. — Je considère donc comme appartenant à cette variété les échantillons complètement dépourvus d'ornement ou n'en ayant que des traces à peine perceptibles.

Celui que représente la fig. 17 n'a qu'une longueur de 20 millim. et une largeur, à son dernier tour, de 6 millim. — Le second (fig. 22), remarquable par ses tours très aplatis, est également de petite taille. Ils se rattachent aux variétés précédentes par des formes de passage déjà étudiées (fig. 14, 18, 19, 20 et 21). Je ferai remarquer que les deux dernières de ces formes (fig. 20 et 21) se distinguent par leur grande taille et leurs ornements presque complètement effacés. Ce dernier caractère les rapproche beaucoup plus de la variété *Bergeroni* que de la variété précédente.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII

Fig. 1 et 1 bis. — *Potamides Gaudryi* (nov. spec.).

Fig. 3-23. — *Potamides Munieri* (nov. spec.).

Fig. 3, 4 et 5. — *Potamides Munieri*, sensu stricto (nov. spec.).

Fig. 9. — *Potamides Munieri*, variété *Dereimsi* (nov. var.).

Fig. 23. — *Potamides Munieri*, variété *Haugi* (nov. var.).

Fig. 11, 12, 13, 14, 15 et 16. — *Potamides Munieri*, variété *Boulei* (nov. var.).

Fig. 17 et 22. — *Potamides Munieri*, variété *Bergeroni* (nov. var.).

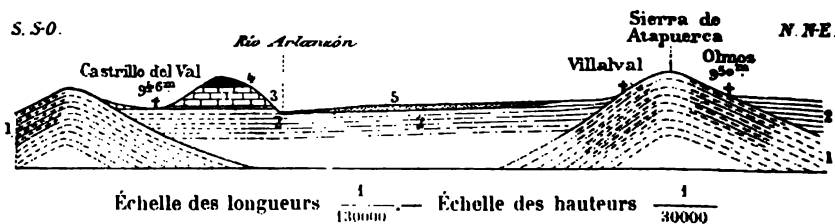
Fig. 2, 6, 7, 8, 10, 14, 18, 19, 20 et 21. — *Potamides Munieri*, formes de passage.

III

Étude stratigraphique du terrain aquitanien de Castrillo del Val (Province de Burgos)

J'ai déjà fait remarquer qu'à une certaine distance au nord de *Valmala* et de *Pradoluenço*, on voit des couches de gypse reposer en discordance de stratification sur des poudingues. Ces deux formations sont donc bien indépendantes. J'attribue les poudingues à l'*Éocène supérieur*. Quant aux couches gypseuses que je considère comme *tongriennes*, on peut les suivre sur de grandes étendues au nord et au nord-ouest du massif de la Sierra de la Demanda; au N. N.-E. de *Castrillo del Val* (fig. 5), elles remplissent un géosyn-

Fig. 5. — Coupe passant par le terrain aquitanien de Castrillo del Val.



1, Terrain crétacé (Cénomaniens); 2, Dépôts gypseux (Tongrien?); 3, Aquitanien; 4, Calcaire lacustre miocène; 5, Quaternaire.

clinal crétacé et on les voit reposer directement sur le Crétacé en certains points, notamment entre *Rubena* et *Villalval*, ce qui confirme encore leur indépendance des poudingues. Dans ce géosynclinal, on peut les voir en couches à peu près horizontales au nord de Castrillo del Val, où elles supportent en concordance

de stratification les *couches aquitaniennes* dont il va être question maintenant.

L'Aquitaniien très fossilifère est séparé du gypse par quelques couches de calcaire. J'ai relevé de bas en haut la succession suivante (1) :

1. Grès friable plus ou moins argileux à <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (3), Planorbes (2), Limnées (2); épaisseur	1 ^m 95
2. <i>Premier niveau</i> à <i>Potamides</i> ; grès calcaire dur à <i>Potamides Munieri</i> (2) et <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (2) qu'il est très difficile de dégager de la roche.	0 ^m 05
3. Couche de grès friable plus ou moins argileux renfermant quatre ou cinq lits noirâtres (provenant de la décomposition de végétaux) avec Planorbes (1) et <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (1).	1 ^m 00
4. Couche d'argile plastique non fossilifère	2 ^m 00
5. Partie supérieure de l'argile plastique à <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (5) et à Nérîtines (2).	0 ^m 30
6. Couche de calcaire	0 ^m 50
7. <i>Deuxième niveau</i> à <i>Potamides</i> ; grès friable plus ou moins argileux à <i>Potamides Munieri</i> (4) (fig. 3, 4 et 7), <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (2), Nérîtines (3), Cypris (5)	1 ^m 00
8. Alternances de bancs calcaires non fossilifères et de couches argilo-siliceuses noires ou blanchâtres à <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (1), épaisseur totale	8 ^m 30
9. <i>Troisième niveau</i> à <i>Potamides</i> ; marne siliceuse blanchâtre à <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (2), Planorbes (2), Cypris (5), <i>Potamides Munieri</i> (5) (fig. 2, 3, 4, 5, 7, 8, 21, les formes 3 et 4 étant les plus communes, puis 5 et 7)	0 ^m 50
10. Couches friables assez arénacées à deux bancs noirâtres; <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (2), Planorbes (2), Nérîtines (1), Limnées (1), Helix (2), Cypris (1).	2 ^m 00
11. <i>Quatrième niveau</i> à <i>Potamides</i> . Couches de même nature à <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (3), Cypris (1) et <i>Potamides Munieri</i> (1) (fig. 5, 7, 21)	0 ^m 65
12. Marne siliceuse blanchâtre à <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (assez nombreux à la partie inférieure, très rares à la partie supérieure) Planorbes (1), Nérîtines (1), Cypris (1).	2 ^m 65
13. <i>Cinquième niveau</i> à <i>Potamides</i> : même roche à <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (1), Planorbes (1), <i>Potamides Munieri</i> (1)	3 ^m 60
14. Couche noirâtre et friable à <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (4), Planorbes (1), Nérîtines (1), Limnées (1)	0 ^m 20
15. <i>Sixième niveau</i> à <i>Potamides</i> : calcaire assez dur, pétri de Potamides qu'il est difficile de retirer de la roche; le plus riche de tous les niveaux. Nérîtines (5), <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (5), Planorbes (1), <i>Potamides Munieri</i> (5), (fig. 3, 4, 5, 7, 18, 20, 21; 17, 22 [var. <i>Bergeroni</i>], les formes les plus communes étant 22 et 7, surtout cette dernière)	1 ^m 35
16. Couches argileuses ou argilo-siliceuses friables de couleur blanchâtre avec deux lits noirs ou noirâtres; <i>Hydrobia Dubuissoni</i> (1) Nérîtines (1).	1 ^m 75

(1) A l'exemple de certains auteurs, je marque le *degré de fréquence* des fossiles par les chiffres 1, 2, 3, 4, 5 qui signifient respectivement : *très rare*, *rare*, *ni rare ni commun*, *commun*, *très commun*. Les formes de *Potamides* trouvées dans les diverses couches sont décrites dans la Note précédente et représentées dans la planche XIII (fig. 1-23).

17. *Septième niveau à Potamides* : couche argilo-siliceuse friable et un peu noirâtre à *Hydrobia Dubuissoni* (5), Planorbes (2), Nérilines (1), Helix (1), *Potamides*, espèce indéterminée (4) et *Potamides Munieri* (3) (fig. 4, 10, 20, 21 ; 11, var. *Bouleï*, ces deux dernières formes étant les plus communes) 0^m45
18. Couche argilo-siliceuse jaunâtre, noire ou noirâtre, très friable à *Hydrobia Dubuissoni* (1), Planorbes (2), Helix (2), Linnées (1), *Melanopsis* (1) 1^m95
19. *Huitième niveau à Potamides* : couche siliceuse friable plus ou moins noire dans sa partie inférieure, blanchâtre dans sa partie supérieure. *Hydrobia Dubuissoni* (3), Planorbes (3), Linnées (2) (deux espèces indéterminées), *Potamides Munieri* (3) (fig. 3, 4, 7 et 11 [var. *Bouleï*] ; les formes 4 et 7 sont très communes) 0^m90
20. Couche noire à *Hydrobia Dubuissoni* (2), *Planorbis* aff. *solidus* (2), petits Planorbes (3), Linnées (1), *Melanopsis* (3) 0^m25
21. *Neuvième niveau à Potamides* : couche friable sablo-argileuse blanchâtre ; un des niveaux les plus fossilifères. *Hydrobia Dubuissoni* (4), Linnées (2), Planorbes (1), *Melanopsis* (1), Helix (1), *Potamides Munieri* (5) (fig. 3, 4, 5, 7, 8, 10, 20, 21 ; 11, 13, 14, 16, var. *Bouleï* ; 23, var. *Haugi* ; les formes 4 et 7 étant très communes, puis viennent 11 et 21) 0^m15
22. Couche analogue à la précédente à *Hydrobia Dubuissoni* (3), grandes Linnées (1), Planorbes (1), Helix (1), *Unio* (1) 0^m40
23. *Dixième niveau à Potamides* : couche friable argilo-siliceuse à *Hydrobia Dubuissoni* (3), *Melanopsis* (3), *Potamides Munieri* (4) (fig. 3, 4, 5, 7, 18 ; 11, 15, var. *Bouleï* ; les formes les plus communes sont 3 et 4, puis vient 7) 0^m15
24. Couche noire plus ou moins argileuse à *Hydrobia Dubuissoni* (2), *Melanopsis* (2) 0^m40
25. *Onzième niveau à Potamides* : couche argilo-siliceuse noire ou noirâtre, assez dure, à *Hydrobia Dubuissoni* (3), *Melanopsis* (3), Helix (1), *Potamides Munieri* (3) (fig. 4, 5, 6, 7, 9, var. *Dereimsi* ; 10, 11, var. *Bouleï* ; 18, 19 ; la forme 4 étant la plus commune) 0^m25
26. Couche peu fossilifère à *Hydrobia Dubuissoni* (1) 0^m20
27. *Douzième niveau à Potamides* : couche sablo-argileuse blanche ou blanchâtre et assez dure à *Hydrobia Dubuissoni* (5), *Melanopsis* (2), Planorbes (1), *Potamides Munieri* (3) (fig. 3, 4, 5, 7, 8, 10, 19, 21 ; 11, 12, 13, var. *Bouleï*, les formes 3 et 7 étant les plus communes) 0^m35
28. Couche sableuse très friable et blanchâtre à *Hydrobia Dubuissoni* (2) 0^m15
29. *Treizième niveau à Potamides* : couche analogue à la précédente à *Hydrobia Dubuissoni* (3), Planorbes (1), *Melanopsis* (1), *Potamides Munieri* (1) (fig. 3) 0^m25
30. Couche analogue à la précédente, très riche en *Hydrobia Dubuissoni* (5) 0^m15
31. *Quatorzième et dernier niveau à Potamides*, renferme les *Potamides* de plus grande taille. Couche analogue à la précédente à *Hydrobia Dubuissoni* (5), *Melanopsis* (1), *Potamides Gaudryi*, fig. 1 et 1 bis, et *Potamides Munieri* (4) fig. 2, 3, 4, 5, 7, 8 ; 12, 13, 16, var. *Bouleï* ; 17, var. *Bergeroni* ; les formes les plus communes étant 3, 20 et 21) 0^m30
32. Couche sableuse plus ou moins noirâtre vers la base, moins fossilifère que les précédentes à *Hydrobia Dubuissoni* (assez abondants vers la base, rares vers la partie supérieure), Linnées (2), Planorbes (1), *Melanopsis* (2), Helix (1) 2^m55

Epaisseur totale des couches précédentes. 434^m05

Sur ces couches repose en stratification à peu près concordante le calcaire lacustre que l'on attribue au Miocène (fig. 5). Les affleurements de ce calcaire ne sont visibles qu'une dizaine de mètres au-dessus de la couche 32.

J'ajouterai maintenant quelques remarques sur les fossiles dont il vient d'être question en me basant principalement sur les observations qui précèdent.

1° *Hydrobia Dubuissoni* se trouve dans tous les banes et souvent avec une abondance extrême, surtout dans les couches 5, 14, 15, 17, 25, 27, 30 et 31.

2° *Limnea*. Les Limnées existent surtout depuis la 10^e couche jusqu'à la 22^e et particulièrement dans les couches 19 et 21, elles sont encore relativement abondantes dans la 1^{re} et la 32^e. Elles appartiennent généralement à une petite espèce, mais j'ai trouvé une grande espèce dans les couches 19 et 22.

3° *Melanopsis*. J'ai recueilli les *Melanopsis* presque dans toutes les couches depuis la 18^e jusqu'à la plus élevée; celles où elles abondent le plus paraissent être la 20^e, la 23^e et la 25^e; ils appartiennent tous à la même espèce.

4° *Helix*. Les *Helix* sont relativement peu nombreux; je n'en ai trouvé que dans les couches 10, 17, 18, 21, 22, 25 et 32.

5° *Planorbis*. Les *Planorbis* existent surtout entre la 9^e et la 22^e couches; ils sont particulièrement abondants dans la 19^e et la 20^e; ils sont rares au-dessus de la 22^e; ils sont plus abondants au-dessous de la 9^e, surtout dans la troisième. Ils appartiennent généralement à une petite espèce que je n'ai pu encore déterminer; dans la 20^e couche, il y a *Planorbis* aff. *solidus*.

6° *Neritina*. Je n'ai trouvé de *Neritines* qu'entre les couches 5 et 17; elles sont assez abondantes dans la 7^e, mais beaucoup plus dans la 15^e; la plupart sont voisines de *Neritina picta*.

7° *Potamides*. Je n'ai rencontré *Potamides Gaudryi* (fig 1 et 1 bis) que dans la couche 31; la forme de passage (fig. 2) entre cette espèce et *Potamides Munieri* existe dans les couches 9 et 31.

Quant aux variétés de *Potamides Munieri* et à leurs formes de passage (de fig. 3 à fig. 23), si je les classe suivant le degré de fréquence que j'ai pu constater, j'aurai successivement celles qui sont représentées par les fig. 7, 4, 3, 21, 11, 5, 8, 13, 18, 16, 17, 19, 20, 6, 9, 12, 15, 22, 10, 14, 23.

Les formes 23, 14 et 10 n'ont été trouvées que dans la 21^e couche, 22 dans la 15^e, 15 dans la 23^e, 12 dans la 31^e, 9 et 6 dans la 25^e; 20 dans les 15^e et 17^e, 19 dans les 25^e et 17^e, 17 dans les 15^e et 31^e, 16

dans les 21° et 31°; 18 dans les 15°, 23° et 25°, 13 dans les 21°, 27° et 31°, 8 dans les 21°, 27° et 31°. Les autres formes 5, 11, 21, 3, 4 et 7 sont beaucoup plus communes que les précédentes.

Une autre espèce de Potamide, très différente de *Potamides Gaudryi* et de *Potamides Munieri* est très abondante dans la couche 17 et n'a été trouvée que là ; je ne l'ai pas encore déterminée.

8° *Unio*. La couche 22 est la seule qui m'ait fourni des *Unios* d'ailleurs très rares.

9° *Cypris*. Les *Cypris* sont très abondants dans les couches 7 et 9 ; je dois me borner aujourd'hui à cette remarque, car je n'ai pas terminé l'examen des sables des différentes couches.

Il me reste aussi à étudier les autres fossiles dont je n'ai indiqué que le genre dans cette note.

LES AMMONITES DU PERMIEN ET DU TRIAS.

REMARQUES SUR LEUR CLASSIFICATION,

par **Emile HAUG** (1).

Les Ammonoïdés du Permien et du Trias ont fait l'objet, dans les dix dernières années, de plusieurs travaux de la plus haute importance, grâce auxquels la question de l'origine des Ammonites secondaires pourra être abordée avec quelques chances d'arriver à une solution satisfaisante. Parmi ces travaux il convient de citer en première ligne les belles monographies de M. E. von Mojsisovics (2) et en particulier le superbe ouvrage sur les Céphalopodes des calcaires de Hallstadt, dont le deuxième volume vient de paraître. Je tiens à exprimer ici toute l'admiration que j'ai pour ce travail, qui dépasse, pour la beauté des planches et l'intérêt des matériaux étudiés, tout ce qui a été publié jusqu'à ce jour sur les Ammonites.

J'ai l'intention, dans la présente note, de donner un aperçu général de l'évolution de l'ordre des *Ammonoidea* pendant les époques permienues et triasiques et de soumettre à une étude critique les subdivisions qui ont été proposées récemment. Plusieurs auteurs (3) ont fait très judicieusement remarquer l'inconvénient qu'il y avait à faire intervenir dans les classifications un caractère unique, tel que la forme de la première suture, la direction du goulot siphonal ou la forme du péristome. Je ne reviendrai pas sur cette discussion et je me contenterai de rappeler que

(1) Communication présentée à la séance du 18 juin 1894; manuscrit remis le 2 juillet 1894. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au secrétariat le 23 juillet 1894.

(2) E. von Mojsisovics, die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanstalt*. T. X. 94 pl. 1882.

Id. Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. *Ibid.*, T. VI., 1873-1883, 2 vol. avec atlas de 200 pl.

Id. Arktische Triasfauna. *Mém. Acad. Imp. Sciences St-Petersb.*, 7^e sér., t. XXXIII, n° 6, 20 pl., 1886.

(3) E. Holzapfel. Die Cephalopoden-führenden Kalke des unteren Carbon von Erdbach-Breitscheid bei Herborn. *Pal. Abhandl. v. Dames u. Kayser*. Vol. V, n° 1, p. 14-22.

M. Douvillé (1) a fort bien montré tout le parti que l'on peut tirer pour la classification des Ammonites du plan général de la cloison. On ne fait plus intervenir ici un stade donné, en établissant des coupures horizontales rappelant le degré de l'évolution, mais ce sont des caractères fixés, indiquant une variation dans une direction déterminée, qui serviront de base dans l'établissement des groupes naturels. En d'autres termes, la classification devient la traduction de l'évolution phylogénique des divers rameaux.

Une classification des *Ammonoidea* en Goniatitidés et en Ammonitidés ou en Rétrosiphonés et en Prosiphonés ne serait donc vraiment naturelle que si l'ensemble des Ammonites dérivait d'une famille unique de Goniatites. Or, l'étude des faunes permienes a montré que ceci n'est pas le cas et que, au contraire, plusieurs familles d'*Ammonoidea* paléozoïques évoluent parallèlement pour passer du stade Goniatite au stade Ammonite.

Il résulte des beaux travaux de MM. Gemmellaro (2) et Karpinsky (3) sur les Ammonoïdés du Permien de Sicile et de l'Oural que deux familles principales de Goniatites sont en voie de se transformer dans le Permien en Ammonites, les Glyphiocératidés et les Prolécanitidés.

Parmi les Glyphiocératidés, le genre *Gastrioceras* Hyatt possède, avec des cloisons de Goniatite, une ornementation rappelant celle de certaines Ammonites (*Sibirites*, *Caloceras*) ; le genre *Thalassoceras* Gemm., par contre, possède, avec de vraies cloisons d'Ammonites, des stries d'accroissement rejetées en arrière sur la partie externe, caractère essentiellement propre aux Goniatites, qui est probablement en rapport avec le stade rétrosiphoné.

Les Prolécanitidés proprement dits sont représentés dans le Permien par les genres *Pronorites* Mojs., *Agathiceras* Gemm., *Clinolobus* Gemm., qui sont de véritables Goniatites, tant par leurs cloisons que par leur mode d'ornementation, mais qui se relie intimement à de véritables Ammonites. *Pronorites* donne naissance, par l'intermédiaire de *Sicanites* Gemm., à *Medlicottia* Waag. ; *Agathiceras* est si rapproché d'*Adrianites* Gemm., que plusieurs auteurs

(1) H. Douvillé, Sur la classification des Cratites de la Crète, *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XVIII, p. 273.

(2) G. Gemmellaro, La fauna del calcari con Fusulina della valle del fiume Sosio I. 1887, Appendice 1888.

(3) A. Karpinsky, Ueber die Ammoneen der Artinsk-Stufe. *Mem. Ac. imp. des Sc. de Saint-Petersb.*, 7^e Sér., t. XXXVII, n° 2, 1889.

ont proposé de réunir les deux genres : *Daraclites* Gemm., la plus ancienne forme à cloison de Cératites, descend en ligne directe du genre *Prolecanites* lui-même ; enfin, l'importante famille des Arcestidés, représentée dans le Permien par les genres *Stacheoceras* Gemm., *Hyattoceras* Gemm., *Waagenoceras* Gemm. et *Cyclolobus* Waag., est reliée aux Prolécanitidés par *Popanoceras* Hyatt, véritable Goniatite par la forme de son péristome.

Si l'on fait abstraction du genre *Pinacoceras* Mojs., qui se rapproche du genre dévonien *Beloceras* Hyatt, toutes les Ammonites du Trias semblent pouvoir être rattachées aux deux familles de Goniatites des Glyphiocératidés et des Prolécanitidés, qui auraient donné naissance à deux grandes branches parallèles et indépendantes. Chacune des deux séries est caractérisée par un type propre de cloisons, qui se retrouve aussi bien dans les formes persistant dans le stade Goniatite que dans les formes plus évoluées.

Les Glyphiocératidés sont caractérisés par la présence d'un, ou au maximum de deux lobes latéraux et de deux lobes externes séparés par une selle siphonale nettement individualisée. Les lobes sont aigus, à pointe unique, les selles sont arrondies et le plus souvent largement ouvertes. Les groupes d'Ammonites auxquels les Glyphiocératidés ont donné naissance, c'est-à-dire les Tropitidés et très probablement les Cératitidés sont également caractérisés par un petit nombre de selles largement ouvertes, jamais étranglées à la base. C'est le type de cloison que je désignerai dorénavant sous le nom de type *sténophyllien* (fig. 1).

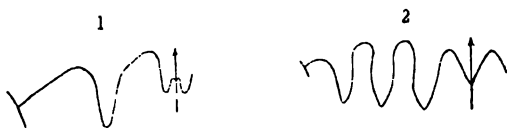


Fig. 1. — Type *sténophyllien*. Cloison de *Glyphioceras micronotum* (Phil.). Copie. Holzapfel, Carbon-Kalke von Erdbach, pl. II, fig. 1 b.

Fig. 2. — Type *euryphyllien*. Cloison de *Prolecanites Henslowi* (Sow.). Copie. Ibid., pl. III, fig. 14.

Les Prolécanitidés présentent, par contre, un nombre assez considérable de lobes latéraux. Les lobes sont lancéolés et les selles elliptiques sont étranglées à la base. Dans les Ammonites qui dérivent des Prolécanitidés (Arcestidés, Phyllocératidés, etc.), cet étranglement de la base des selles atteint souvent des limites invrai-

seulement les formes de type *strophophyllien* et de type *strophophyllien* 1 (fig. 2).

Dans plusieurs familles appartenant aux Proterozoïques il y a une tendance marquée à la réduction du nombre des éléments de la couronne strophophyllienne. Les *Glyptocoracidae* l'évolution progressive tend à augmenter le nombre de ces éléments. Dans le pays où les *P.* existent il existe, comme je le démontrerai dans un autre travail, une série de formes régressives dans lesquelles le nombre strophophyllien dans le principe, devient nettement strophophyllien et les strophophylliens des *Glyptocoracidae*, par conséquent, le principe tendent à passer du type strophophyllien au type eustrophophyllien, c'est ainsi que, dans les genres *Glyptocorax* Hyatt et *Proterocorax* Hyatt, les saules sont légèrement étirées à leur base et les lames sont accolées 2, caractères dont on retrouve une infinité d'exemples les premiers stades de l'évolution du genre *Triglophus* 3.

Avant de passer à l'examen des diverses familles qui constituent les deux grands phylums des Ammonites triasiques, je m'empresse de constater que M. von Mojsisovics 4 est arrivé, par une voie toute différente, à grouper les Ammonites du Trias en deux grandes sections, les *Trachystroaca* et les *Leptostroaca*, qui, concordent, à quelques légères différences près, avec les deux séries qui se rattachent aux deux courtes séries *Strophophyllus* et *Leptophyllus*. Et pourtant, en proposant cette classification, l'illustre paléontologiste viennois avait en vue non pas les *Glyptocoracidae* mais bien les *Glyptocoracidae* comme les surnommes *Trachystroaca*, tandis qu'il faisait descendre les *Leptostroaca* des genres paléozoïques *Anticorax*, *Aphyllus* et *Pandora* 5.

Les subdivisions de second ordre adoptées par M. von Mojsisovics dans ses deux grandes sections sont basées uniquement sur le longueur de la dernière loge, c'est-à-dire sur un caractère auquel

1. Les deux séries 1 et 2 sont strictement indépendantes du degré de développement des saules. Les types *strophophyllien* 1, *strophophyllien* et *leptophyllien* de M. von Mojsisovics sont distingués des saules graphites des Ammonites du Hauterive, ils peuvent se rencontrer aussi bien chez le type strophophyllien que chez le type eustrophophyllien.

2. Karpenko, *op. cit.*, p. 111, fig. 10, 11.

3. Brönn, *Beitr. z. Naturgeschichte d. Trias. Fossilien*, Geph. Abt. II, 1878, p. 12, XXVI, p. 15, fig. 2.

4. *op. cit.*, p. 12, fig. 2.

5. *op. cit.*, p. 15.

on attachait autrefois une valeur tout à fait capitale, mais dont l'importance a été singulièrement exagérée. Voici comment M. von Mojsisovics groupe, dans ses différentes monographies, les Ammonites du Trias.

I. — LEIOSTRACA.

A. ARCESTIDAE. Dernière loge dépassant en longueur le dernier tour de spire.

- a *Arcestinæ*.
- b *Joannitinae*.
- c *Didymitinae*.
- d *Lobitinae*.

B. PINACOCERATIDAE. Dernière loge n'atteignant pas la longueur du dernier tour de spire.

- a *Pinacoceratinæ*.
- b *Lytocerotinae*.
- c *Ptychitinae*.

II. — TRACHYOSTRACA.

A. TROPITIDAE. Dernière loge longue.

- a *Haloritinae*.
- b *Tropitinae*.
- c *Sibiritinae*.
- d *Celtitinae*.

B. CERATITIDAE. Dernière loge courte.

- a *Dinaritinae* (*Dinaritea*, *Heptacitea*, *Orthopleuritea*).
- b *Tirolitinae* (*Tirolitea*, *Distichitea*, *Trachyceratea*).

En 1882, M. von Mojsisovics admettait que, seuls parmi les formes jurassiques et crétacées, les genres *Phylloceras* et *Lytoceras* rentraient dans la section des *Leiostraca*, tandis que tous les autres groupes représenteraient des descendants des *Trachyostraca* triasiques et en particulier des *Tropitidae*. Dans son dernier mémoire, M. von Mojsisovics a renoncé à cette manière de voir et considère maintenant, conformément à l'opinion généralement admise, la totalité des Ammonites jurassiques et crétacées comme issues par voie de filiation de la famille des Phyllocératidés. Les Ammonites jurassiques et crétacées, malgré leurs caractères extérieurs, ne sont donc plus des *Trachyostraca*, mais sont devenues des *Leiostraca*. Dans ces conditions, la classification des Ammonites en deux sections des *Trachyostraca* et des *Leiostraca* ne peut plus être appliquée à l'ensemble des *Ammonoidea* (1) et les deux termes

(1) M. von Mojsisovics écrivait lui-même en 1882 (*loc. cit.*, p. 2), que « une classification tirée des Ammonites triasiques doit également pouvoir s'appliquer aux Ammonites paléozoïques et jurassiques, en supposant toutefois qu'elle repose sur des prémisses exactes. »

proposés par M. von Mojsisovics ne peuvent être conservés qu'à titre provisoire pour désigner les deux phylums des Ammonites triasiques et des Ammonites triasiques seulement.

Je vais maintenant étudier successivement les deux séries triasiques des *Leiostraca* et des *Trachyostraca*, en examinant si les divisions de second ordre proposées dans chacune d'elles par M. von Mojsisovics correspondent à un groupement naturel et je rechercherai, au cas contraire, quelles sont, dans l'état actuel de nos connaissances, les coupures qui paraissent s'imposer.

La famille des Ancestrinés, établie pour les *Leiostraca* dont la dernière loge atteint un tour de spire ou même un tour et demi, comprend, dans la classification de M. von Mojsisovics, les quatre tribus des *Arcestinæ*, des *Joannitinae*, des *Didymitinae* et des *Lobitinae*.

Les caractères des cloisons sont suffisamment particuliers dans les deux dernières familles pour qu'on puisse leur assigner une place à part. Le genre *Lobites* (1) Mojs. rappelle, par ses lobes lancéolés, les *Prolecanitidés* carbonifères et permien, tandis que le genre *Didymites* Mojs. possède, contrairement à tous les *Arcestinés*, des cloisons sténophylliennes et se rapproche peut-être de certains *Tropitidés*.

M. von Mojsisovics réunit dans la tribu des *Joannitinae* les genres *Popanoceras* Hyatt, *Cyclolobus* Waag., *Joannites* Mojs., *Procladiscites* Mojs. et *Cladiscites* Mojs. M. Zittel (2) a proposé avec raison pour ces deux derniers une famille spéciale des *Cladiscitidae*, qui se distingue par le stade angustisellé de sa première cloison de tous les *Arcestinés*, qui sont latisellés. Quant au genre *Popanoceras*, que M. von Mojsisovics range dans les *Joannitinae*, il me paraît difficile de ne pas le considérer comme la forme ancestrale du genre *Arcestes*, avec lequel il possède en commun l'échancrure ventrale

(1) La ressemblance entre les cloisons de *Lobites* et celles des *Prolecanitidés*, ainsi que le montre l'évolution individuelle de *Lobites pautilinus* (Münst.), étudiée par M. Branco (*Palaeontogr.*, t. XXVI, pl. VII, fig. 2) n'est qu'apparente. Les lobes latéraux sont, dans le jeune âge, au nombre de deux et non de quatre, chacun d'eux est divisé en deux pointes égales au moyen d'une selle secondaire, qui, dans la suite, devient égale aux selles principales. *Lobites* a donc des lobes fondamentalement bifides. Dans le Jurassique et le Crétacé, la bifidité des lobes est un caractère des séries régressives; si l'on admet l'hypothèse du dimorphisme sexuel chez les Ammonites, proposée récemment ici même par M. Munier-Chalmas, on doit donc considérer *Lobites* comme le mâle d'une forme qui reste encore à déterminer, peut-être d'*Arcestes*.

(2) Handb. d. Paläont. II, 2, p. 431.

du péristome et les fossettes latérales, que l'on rencontre chez quelques espèces dans les deux genres. De plus, *Arcestes* présente, dans le jeune âge, des cloisons identiques à celles des *Popanoceras* adultes.

Les *Arcestinae* constituent un groupe aussi peu homogène que les *Joannitinae*. En effet, si l'on doit considérer, avec M. von Mojsisovics, le genre *Prosphingites*, du Werfénien de Sibérie, comme le prototype du genre *Spingites*, ce dernier appartiendrait à une série toute différente de celle qui mène au genre *Arcestes*.

Si les *Arcestidae* de M. von Mojsisovics doivent être considérés comme un groupe artificiel, la même critique peut être adressée à plus forte raison aux *Pinacoceratidae*, véritable ramassis des formes les plus hétérogènes. Les trois tribus qui constituent cette famille sont elles-mêmes loin de correspondre à des séries naturelles, aussi M. Zittel en a-t-il considérablement modifié les limites dès 1884.

Parmi les *Pinacoceratinae*, les genres *Beneckeia* Mojs. et *Lombardites* Mojs. ne rappellent *Pinacoceras* Mojs. que par leur forme extérieure; *Sageceras* Mojs. présente, comme *Medlicottia* Waag., des lobes à deux pointes, mais est angustisellé, tandis que *Medlicottia*, comme les *Prolécanitidés* auxquels il se rattache, est encore latissellé (1); *Megaphyllites* Mojs. doit être rangé, ainsi que le propose M. Zittel, dans les *Phyllocératidés* (*Lytoceratinae* Mojs.). Le genre *Pinacoceras* reste donc seul dans la tribu à laquelle il a donné son nom et paraît du reste appartenir à une série tout à fait indépendante, qui remonterait au genre *Beloceras* Hyatt, du Dévonien. Malgré leur division infinie en lobes secondaires, les cloisons sont essentiellement sténophylliennes.

Il est difficile de se rendre compte des raisons qui ont poussé M. von Mojsisovics à réunir sous le nom de *Lytoceratinae* les genres *Monophyllites* Mojs. et *Phylloceras* Suess, d'une part, aux genres *Lecanites* Mojs. et *Norites* Mojs.

La sous-famille des *Ptychitinae* Mojs. est également des plus hétérogènes. Le genre *Nannites* Mojs., par ses cloisons essentiellement sténophylliennes et conservant jusque dans l'adulte le stade *Gonia-tite*, rentre plutôt dans le phylum des *Glyphiocératidés*. Les genres *Xenodiscus* Waag., *Meekoceras* Hyatt et *Hungarites* Mojs., si l'on en détache certains représentants qui paraissent dériver de *Ceratites*, constituent un groupe naturel, dans lequel rentre également le

(1) Karpinsky, loc. cit., p. 43.

genre *Carnites* Mojs., et qui se rapproche de *Longobardites* Mojs., et de *Norites* Mojs. Les genres *Gymnites* Mojs. et *Sturia* Mojs. diffèrent complètement par leurs cloisons des genres précédents et paraissent plutôt voisins de *Cladiscites*. Quant au genre *Ptychites* Mojs., je serais tenté de le rapprocher de *Prosphingites* Mojs.

Il résulte de cet examen rapide des subdivisions établies par M. von Mojsisovics dans ses *Leiostraca*, que la classification de cette grande section, telle qu'elle est adoptée dans les travaux de l'illustre paléontologiste viennois, est basée bien plutôt sur des caractères tirés de la forme extérieure que sur des affinités réelles. L'étude du plan fondamental de la cloison m'a amené à un groupement tout différent des formes appartenant au phylum des Prolécanitidés, groupement que je vais chercher à motiver sommairement.

Les véritables Prolécanitidés (*Prolecanites* Mojs., *Paraprolecanites* Karp., *Agathiceras* Gemm.) sont caractérisés par le type lancéolé des lobes et par les selles arrondies et entières; ce type, qui se retrouve dans le genre *Adrianites* Gemm., est relié au type de cloison des Ammonites par plusieurs séries d'intermédiaires appartenant à trois types différents.

Dans un premier cas, les lobes se bifurquent profondément et présentent deux pointes souvent inégales; on arrive ainsi, en partant de *Pronorites* Mojs. et en passant par *Sicanites* Gemm., aux genres *Propinacoceras* Gemm. (fig. 3) et *Medlicottia* Waag., si remarquables par le grand développement de la selle externe. L'évolution individuelle et la phylogénie des espèces de ce groupe, que je désignerai sous le nom de DICRANIENS (1), ont été étudiées d'une manière magistrale par M. Karpinsky (2).

Au lieu de se bifurquer, les lobes peuvent présenter une division fondamentale en trois pointes disposées en trident. Ce type est réalisé avec sa simplicité primitive dans les genres *Stacheoceras* Gemm. et *Popanoceras* Hyatt, il se retrouve avec la plus grande netteté dans les premiers stades de l'évolution individuelle d'un très grand nombre de familles triasiques et dans toutes les familles jurassiques. Je désigne sous le nom de TRIENIDIENS (3) (fig. 4), l'ensemble des formes du phylum des Prolécanitidés qui possèdent cette disposition fondamentale. L'évolution qui mène des Triénidiens à

(1) Δίκρυον, fourche.

(2) Loc. cit., p. 42, 43.

(3) Τρίκρυς, trident.

selles entières aux Triænidien à selles profondément découpées se fait par deux voies différentes, ainsi que l'a montré M. von Mojsisovics (1). Dans le premier cas, les lobules s'étendent rapidement sur

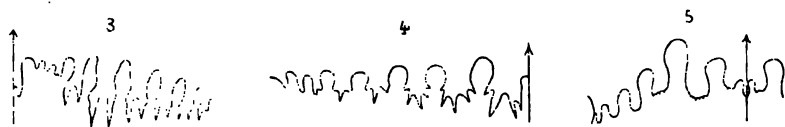


Fig. 3. — Cloison *dicranidienne*. *Propinacoceras talitae* Gemm. Copie. Gemm. Fauna dei calcari con Fusulina, pl. IX, fig. 5.

Fig. 4. — Cloison *triænidienne*. *Popanoceras Moelleri* Gemm. Copie. Ibid., pl. III, fig. 16.

Fig. 5. — Cloison *prionidienne*. *Duraelites Meek*. Gemm. Copie. Ibid., pl. X, fig. 20.

tout le pourtour de la selle ; c'est le type *brachyphyllicien* de M. von Mojsisovics, réalisé dans le jeune âge chez les Arcestidés. Dans le deuxième cas, les lobules se développent surtout à la base des selles, qu'ils échancrent profondément, et respectent les sommets des selles, qui restent entiers et prennent la forme de feuilles arrondies ; c'est le type *phylloïde* de M. von Mojsisovics, qui me paraît plutôt mériter le nom de type *mégaphyllicien* et qui se trouve réalisé chez les Joannitidés et surtout chez les Phyllocératidés.

Enfin, au lieu de présenter deux ou trois divisions fondamentales, les lobes peuvent être accidentés à leur extrémité d'un nombre considérable de denticulations de même valeur, disposées comme les dents d'une scie. Je propose le nom de Prionidiens (2) (fig. 5) pour désigner les descendants des Prolécanitidés qui conservent ce type de cloisons jusque dans l'adulte ou qui le présentent dans le jeune âge.

Les genres *Duraelites* Gemm., *Norites* Mojs., *Xenodiscus* Waag. (3), *Hungarites* Mojs., *Otoceras* Griesb., *Proptychites* Waag., *Prosphiu-*

(1) Arkt. Triasfauna, p. 63.

(2) Πρίον, scie.

(3) Le genre *Xenodiscus* Waag., tel qu'il a été primitivement compris, paraît contenir des éléments disparates, M. von Mojsisovics a déjà attribué quelques espèces au genre *Ceratites*.

Le genre *Meekoceras* Hyatt est dans le même cas. Plusieurs espèces arctiques devront être réunies au genre *Xenodiscus* ; *Meekoceras furcatum* (Öberg) Mojs. ne peut être séparé de *Norites* ; les principales espèces alpines se rattachent à *Ceratites* ; enfin, *Meek. maturum* Mojs. et *Emmrichi* Mojs. ont des cloisons toutes différentes qui les rapprochent de *Procladiscites* et de *Sturia*. L'hétérogénéité du genre *Hungarites* Mojs., est également probable.

PHYLUM DES PROLÉCANITIDÉS.

(LEIOSTRACA, MOJS.).

I. MONACANTHENS (*Laureolati*).

1. Péristome à échancrure ventrale.
Agathieras Gemm., *Clinolobus* Gemm.
2. Péristome à apophyse ventrale.
Adriautes Gemm., *Doryceras* Gemm., *Hoffmannia* Gemm.

II. DICHANIDIENS.

1. Latissellés.
Pronorites Mojs., *Sicanites* Gemm., *Propinacoceras* Gemm., *Medicollia* Waag.
2. Angustisellés.
Sageceras Mojs.

III. TULANIENS.

1. Latissellés.
Arcestidés. Péristome à échancrure ventrale. Cloisons à évolution brachyphyllienne.
Papinoceras Hyatt, *Arcestes* Mojs.

Joannitidés. Péristome sans échancrure ventrale. Cloisons à évolution megaphyllienne.

Waagenoceras Gemm., *Cyclolobus* Waag., *Stacheoceras* Gemm., *Joaunites* Mojs.

2. Angustisellés. Cloisons à évolution mézaphyllienne.
Gladiscitidés. Ornementés en spirale, comme dans *Agathieras* et *Adriautes*, mais absence complète de varices internes.

Proctadiscites Mojs., *Gladiscites* Mojs., ? *Sturia* Mojs.

Phyllocératidés. Sries d'accroissement flexueuses, péristome avec apophyse ventrale. Selles à phyllites elliptiques.

Hyattoceras Gemm., *Rhacophyllites* Zitt., *Megaphyllites* Mojs., *Phylloceras* Suess., *Monophyllites* Mojs., *Psiloceras* Hyatt.

IV. PRIOSIDIENS.

Darnelites Gemm., *Norites* Mojs., *Longobardites* Mojs., *Xenodiscus* Waag. (1), *Otoceras* Griesb., *Hungarites* Mojs., *Carnites* Mojs., *Proplychites* Waag., *Prospiringites* Mojs., *Parapopanoceras* n. gen., *Proteles* Hau. (*Protesites*), (?) *Pulchrites* Mojs.

gites Mojs., *Parapopanoceras* (1) n. gen., etc., sont dans le premier cas, tandis que les genres *Carnites* Mojs. et *Ptychites* Mojs. atteignent le stade Ammonite en devenant brachyphylliens. On ne pourra essayer de grouper les Prionidiens d'après leurs affinités naturelles que lorsque les faunes des étages inférieurs du Trias de la Salt-Range et de l'Himalaya auront été décrites par MM. Waagen et von Mojsisovics. D'ailleurs, on ne connaît encore les premiers stades de l'évolution individuelle d'aucun Prionidien, mais M. Karpinsky a montré les relations intimes qui relient *Daraelites* et *Norites* à *Paraprolecanites* et à *Pronorites* (2).

Dans le tableau ci-contre de la classification du phylum des Prolécanitidés, j'ai introduit les *Lanceolati* des anciens auteurs, sous le nom de MONACANTHIENS, pour établir l'harmonie avec les autres dénominations que j'ai proposées.

Passons maintenant aux TRACHYOSTRACA. M. von Mojsisovics divise cette grande section en deux familles basées sur la longueur de la dernière loge, les *Tropitidae* et les *Ceratitidae*.

On peut dire que ce n'est que depuis la publication du deuxième volume des Céphalopodes des calcaires de Hallstadt que les *Tropitidae* sont tant soit peu connus. En effet, cette importante famille est très mal représentée dans les étages inférieurs du Trias, au moins en Europe, et ce n'est qu'avec le Carnien que ses genres principaux apparaissent dans les régions alpines, pour prendre tout de suite un développement considérable et constituer un des éléments prédominants de la faune des calcaires de Hallstadt. M. von Mojsisovics a consacré aux *Tropitidae* plus de soixante planches de son magnifique ouvrage, et il en a étudié les divers genres avec les grandes qualités d'analyse que l'on se plaît à lui reconnaître.

(1) M. von Mojsisovics décrit sous le nom de *Popanoceras* une série d'espèces (Arktische Triasfauna, p. 65-72, pl. XIV, fig. 6-8, pl. XV, fig. 1-9) du Virglorien du Spitzberg, qui diffèrent considérablement des vrais *Popanoceras* du Permien et devront constituer un genre nouveau (PARAPOPANOCERAS, type *P. Verneuilli* Mojs.). Tandis que les *Popanoceras* permien sont trianidiens et présentent des stries d'accroissement fortement rejetées en arrière sur la partie externe, les formes triasiques sont nettement prionidiennes et leurs stries d'accroissement sont normales au contour externe. Le péristome, au lieu d'être échancré sur le côté ventral, possède même une légère apophyse. De plus, dans « *Popanoceras* » *Verneuilli* Mojs., le dernier tour est réfracté, ce qui n'a pas lieu dans *Popanoceras*. « *Popanoceras* » *Mc Connelli* Whiteaves (*Contrib. to Canad. Paleont.* Vol. I. Part. II. n° 3) du Trias de la Colombie Britannique est une forme analogue à celles du Spitzberg.

(2) Loc. cit. p. 42.

L'auteur considère maintenant les Glyphiocératidés, et en particulier les genres *Pericyclus* Mojs. et *Gastrioceras* Hyatt, comme les ancêtres des Tropitidés. Je m'associe entièrement à cette manière de voir.

La famille des Glyphiocératidés, représentée dans le Carbonifère et dans le Permien par les genres *Pericyclus* Mojs., *Dimorphoceras* Hyatt, *Gastrioceras* Hyatt, *Glyphioceras* Hyatt, *Paralegoceras* Hyatt, est accompagnée dans le Permien de deux genres considérés par M. Gemmellaro comme de véritables Tropitidés, mais dont l'un, *Thalassoceras* Gemm., est encore très voisin des Glyphiocératidés, malgré ses cloisons d'Ammonite (1), tandis que l'autre, *Paraceltites* Gemm. constitue, par son ornementation d'Ammonite, le point de départ d'un rameau indépendant, qui se détache du phylum des Glyphiocératidés.

Ce rameau, qui correspond à la tribu des *Celtitinae* de M. von Mojsisovics et qui est suffisamment spécialisé pour être considéré comme une famille des CELTITIDÉS, est le seul que l'on puisse actuellement suivre sans grandes lacunes depuis la base du Permien jusqu'au sommet du Trias (couches de Zlambach), et il est vraisemblable qu'il compte encore quelques représentants dans le Lias. Les *Celtites* ne se distinguent guère des *Paraceltites* que par leur lobe siphonal bifide.

Je serais tenté de ranger également dans la famille des Celtitidés, le genre *Styrites* Mojs., que M. von Mojsisovics place dans les Tropitidés, et le genre *Sibirites* Mojs. (2), type d'une tribu spéciale des *Sibiritinae*.

Si l'on en détache les Celtitidés, les « *Tropitidae* », ne sont représentés dans le Trias inférieur, au moins en Europe, que par le genre *Acrochordiceras* Hyatt, type très isolé parmi les « *Tropitidae* », mais qui se rattache intimement au genre *Thalassoceras* Gemm., du Permien de l'Oural et de Sicile. Les cloisons des deux genres sont presque identiques et réalisent le type triænidien, mais le genre permien présente encore des stries d'accroissement rejetées en arrière sur la partie externe, comme les *Goniatites*, tandis que le genre triasique possède une ornementation très prononcée de Trachyostracé.

(1) M. Gemmellaro (loc. cit., p. 69) et M. Karpinsky (loc. cit., p. 81) ont insisté sur la parenté étroite qui existe entre les genres *Thalassoceras* et *Dimorphoceras*.

(2) Je n'ai en vue ici que les *Sibirites* du Werfénien de Sibérie, les *Sibirites* des calcaires de Hallstadt, dont les cloisons sont d'ailleurs inconnues, présentant un type d'ornementation tout différent. Quant au genre *Millites* Mojs., je ne vois pas du tout pourquoi il ne trouverait pas sa place dans les *Tropitinae*.

Les genres *Dimorphoceras* Hyatt (Fig. 6), *Thalassoceras* Gemm. (Fig. 7, 8) et *Acrochordiceras* Hyatt (Fig. 9) forment une série continue

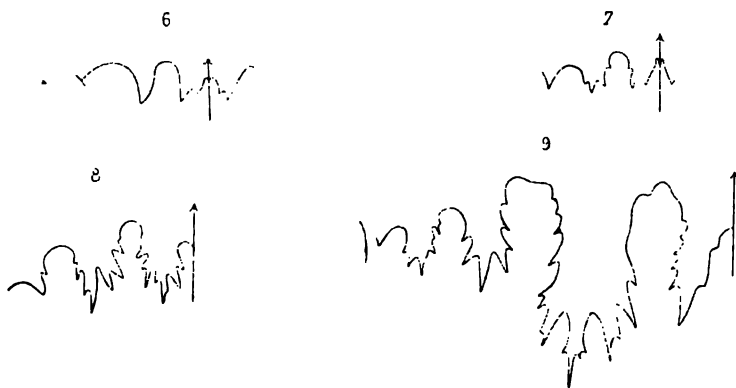


Fig. 6. — Cloison de *Dimorphoceras Gilbertsoni* (Phil.). Copie. Holzapfel, Carbon-Kalke von Erdbach, pl. III, fig. 12 b.

Fig. 7. — Cloison de *Thalassoceras varicosum* Gemm. Copie. Gemm. Fauna dei calcari con Fusulina, pl. V, fig. 22.

Fig. 8. — Cloison de *Thalassoceras Phillipsi* Gemm. Copie. Ibid. pl. X, fig. 15.

Fig. 9. — Cloison d'*Acrochordiceras Damesi* Nörtl. Copie. Hauer, Die Cephalopoden des böhmischen Muschelkalkes, Denkschr. d. k. Akad. d. W. Math. naturw. Classe, vol. LIV, 1., pl. V., fig. 2 c.

à cloisons essentiellement sténophylliennes ; je propose d'en faire une famille spéciale, les THALLASSOCÉRATIDÉS.

Parmi les formes qui constituent les *Haloritinae* et les *Tropitinae* de M. von Mojsisovics on peut distinguer plusieurs types de cloisons, qui peuvent se ramener à autant de types de cloisons de Goniatices, que l'on retrouve parmi les Glyphiocératidés, mais qui ne sont d'ailleurs pas nettement tranchés.

Un premier type se trouve réalisé dans le genre *Halorites* Mojs. (Fig. 11) ; il est caractérisé par des lobes très étroits et se terminant en une pointe unique excessivement aiguë.

Les selles sont très allongées et leurs divisions secondaires sont peu profondes (stade dolichophyllien Mojs.). Si l'on supprime par la pensée ces échancrures, l'on obtient une cloison à selles entières, arrondies et à lobes extrêmement aigus, caractères qui se retrouvent dans le genre *Pericyclus* Mojs. (Fig. 10) du Carbonifère.

Un deuxième type, réalisé dans le genre *Isulites* Mojs., est carac-

térisé par des selles larges, à peine échancrées et par des lobes beaucoup moins aigus (Mojs. Ceph. d. Hallst. Kalke, pl. 87, fig. 6-13). C'est le type qui se rapproche le plus de celui des Glyphiocératidés

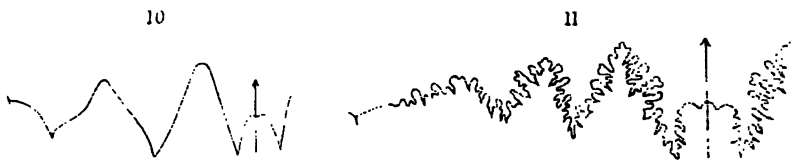


Fig. 10. — Cloison de *Periegetus virgatus* (de Kon.). Copie. Holzapfel, Carbon-Kalke von Erdbach, pl. III, fig. 8 b.

Fig. 11. — Cloison de *Halarites superbus* Mojs. Copie. Mojsisovics, Ceph. d. Hallst. Kalke, pl. LXXXI, fig. 1 c.

primitifs, des genres *Brancoceras* Hyatt (non Steinm.) et *Glyphioceras* Hyatt.

Le genre *Isculites*, comme l'indiquent la petite taille des individus et l'« égression » du dernier tour, appartient évidemment à une série régressive, à moins que, adoptant l'hypothèse du dimorphisme sexuel, on ne doive considérer ses représentants comme des mâles atrophés.

Le genre *Tropites* Mojs., dont l'évolution individuelle a été étudiée par M. Branco (1), réalise un troisième type. Les lobes sont beaucoup moins larges que dans *Isculites* et moins aigus que dans *Halarites*, ils sont d'abord plus ou moins lancéolés, puis trifides, les selles sont étroites, au moins dans le jeune âge, dans l'adulte elles sont plus larges et présentent des découpures dolichophylles. Immédiatement avant d'atteindre le stade Ammonite, les cloisons de *Tropites* ressemblent beaucoup à celles des genres *Gastrioceras* Hyatt et *Paralegoceras* Hyatt (2).

Les genres *Jovites* Mojs., *Jucartites* Mojs., *Barrandeites* Mojs., *Militites* Mojs., *Margarites* Mojs. et *Sibyllites* Mojs. présentent le même type de cloison que *Tropites*, leurs lobes sont fondamentalement trifides, tandis que dans le genre *Sagenites* Mojs., chose singulière, ils se terminent d'une manière assez constante par deux pointes nettement séparées par une petite selle assez profonde, sans que toutefois l'on puisse affirmer que cette disposition soit primordiale.

Je laisserai pour le moment de côté le genre *Eutomoceras* Hyatt,

(1) Branco, loc. cit. pl. V, 2 n. V. aussi Zittel, Handb. d. Pal. vol. II, fig. 589.

(2) V. Karpinsky, loc. cit. pl. III, fig. 1 c-3 c.

qui paraît représenter un quatrième type, assez distinct des précédents.

En résumé, si l'on s'en tient au plan général de la cloison, il existe des différences plus considérables entre le genre *Halorites* et les autres genres de *Haloritinae* qu'entre ces derniers et les principaux *Tropitinae*. Le genre *Halorites*, par les particularités si intéressantes de son ornementation, occupe également une place à part; il est actuellement le représentant unique d'une famille des HALORITIDÉS, qui paraît descendre du genre carbonifère *Pericyclus* et qui est caractérisé par des lobes extrêmement aigus. Les autres représentants des *Haloritinae* de M. von Mojsisovics peuvent être réunis avec les *Tropitinae* (excl. *Eutomoceras*) en une famille des TROPITIDÉS, qui dérive de *Gastrioceras* Hyatt. Tandis que les genres *Pericyclus* et *Halorites* sont séparés par une lacune allant du Carbonifère inférieur au Carnien, les Tropitidés sont représentés dans le Virglorien de l'Inde par quelques espèces des genres *Isculites* et *Sagenites* et leurs précurseurs présumés existent encore dans le Permien moyen de Sicile.

M. von Mojsisovics désigne les *Trachyostraca* dont la dernière loge ne dépasse pas trois quarts de tour sous le nom de *Ceratitidae* et divise cette famille en deux sous-familles, les *Dinaritinae* et les *Tirolitinae*, qu'il fait descendre des deux genres *Dinarites* Mojs. et *Tirolites* Mojs. Tous les *Ceratitidae* traverseraient dans le jeune âge un stade auquel ils présentent les caractères d'ornementation propres à l'un ou à l'autre de ces deux genres.

Quant à la souche qui aurait donné naissance à *Dinarites* et à *Tirolites*, M. von Mojsisovics, guidé par des ressemblances remarquables dans l'ornementation et frappé par la position dorsale du siphon dans le jeune âge chez les *Trachyostraca*, croyait l'avoir trouvée dans les Clyménies dévoniennes (1). Depuis, il a entièrement abandonné cette manière de voir et cherche à rapprocher les *Ceratitidae* de certaines formes à cloisons de Cératitidés, telles que *Xenodiscus* Waag. et *Merkoceras* Hyatt, issues des Prolécanitidés. Dans cette hypothèse, les deux familles des *Ceratitidae* et des *Tropitidae*, qui constitue la grande section des *Trachyostraca*, descendraient de deux souches très différentes et la section serait « polyphylétique ». On ne conçoit pas que, dans ces conditions, M. von Mojsisovics, qui attache d'ordinaire une telle importance taxonomique à la filiation des groupes, n'ait pas abandonné sa classification des Ammonites en *Leiostraca* et *Trachyostraca*.

(1) Ceph. d. medit. Triasprov., p. 3.

Les relations phylogéniques des Cératitidés avec les Prolécanitidés sont toutefois loin d'être démontrées. D'abord, si les analogies entre les *Ceratites* et les descendants des Prolécanitidés pour lesquels j'ai établi le groupe des Prionidiens sont frappantes, il n'en est pas de même si l'on compare les formes primitives des *Ceratitidae*, les genres *Dinarites* et *Tirolites*, avec les Prionidiens. Ces formes primitives — et l'évolution individuelle de la cloison des *Ceratitidae* montrent qu'elles doivent être considérées comme telles — sont essentiellement sténophylliennes, tandis que les descendants triasiques des Prolécanitidés sont tous euryphylliens. Il faudrait, pour que la filiation des *Ceratitidae*, telle que la considère M. von Mojsisovics, soit admissible, que les genres *Dinarites* et *Tirolites* soient des formes régressives des Prolécanitidés qui auraient donné naissance à deux séries éminemment progressives, ce qui serait tout-à-fait contraire aux lois de l'évolution généralement admises.

Les rapports évidents qui existent entre les genres *Xenodiscus* et *Meekoceras* d'une part et certaines espèces du genre *Ceratites* (1) de l'autre, peuvent être conçus dans un sens tout différent de celui de M. von Mojsisovics. Le genre *Meekoceras* doit être considéré, selon toute vraisemblance, non comme un descendant des Prolécanitidés qui aurait donné naissance, par réduction du nombre des lobes et des selles, au genre *Ceratites*, mais comme une forme dérivée de *Ceratites*, dont l'ornementation se serait atténuée, dont l'ombilic se fermerait graduellement, en même temps que le nombre des lobes auxiliaires irait en augmentant (2).

L'origine des *Tirolites* et des *Dinarites* doit être cherchée, non dans la famille des Prolécanitidés, mais dans celle des Glyphiocéra-

(1) Comparer les cloisons de

Ceratites elegans Mojs. Ceph. medit. Triasprov. Pl. IX, fig. 5 d.

« *Breckhi* Roth. id. Pl. IX, fig. 8 c.

« *Petersi* Mojs. id. Pl. XI, fig. 10 c., pl. LXI, fig. 14 c.

avec celles de

Meekoceras ventense Beyr. id. Pl. XI, fig. 3 c.

« *cadurcum* Mojs. id. Pl. XII, fig. 9 c.

« *Beneckei* Mojs. id. Pl. XXXIX, fig. 6, pl. LXI, fig. 2 b.

Le type d'ornementation de *Meekoceras Ragazzonii* Mojs. est exactement le même que dans le groupe du *Ceratites comeganus*.

Les *Meekoceras* wieniens du groupe du *Meek. sibiricum* sont remarquables par la petitesse des nombreux lobes auxiliaires, caractère qui se retrouve chez *Ceratites semipartitus*.

(2) Evolution parallèle à celle qui mène de *Ceratites nodosus* à *Ceratites semipartitus*.

tidés. Les cloisons de *Dinarites spiniplicatus* Mojs. (1) sont constituées par les mêmes éléments que celles de *Paraceltites Halli* Gemm. et la forme extérieure des jeunes *Dinarites* du groupe des *Spiniplicati* n'est pas sans rappeler celle de certains *Celtites*. La différence dans la longueur de la dernière loge ne saurait constituer un caractère distinctif de premier ordre.

Passons maintenant en revue les formes réunies par M. von Mojsisovics dans sa sous-famille des *Dinaritinae*, c'est-à-dire les groupes des *Dinaritea*, des *Heracleitea* et des *Orthopleuritea*.

Les *Dinaritea* comprennent, à côté du genre *Dinarites* Mojs., les genres *Ceratites* Haan et *Arpadites* Mojs., ainsi qu'un assez grand nombre de genres de moindre importance, qui se rattachent plus ou moins à ces deux genres principaux.

Les belles recherches de M. von Mojsisovics sur les Céphalopodes triasiques des régions arctiques et méditerranéennes ont démontré à l'évidence que les différents groupes qui constituent le genre *Ceratites* descendaient directement des *Dinarites* du groupe des *Circumplectati*. Les passages insensibles qui existent entre les formes boréales de ce groupe et les *Ceratites subrobusti* sont particulièrement frappants et l'évolution de la cloison peut être suivie pas à pas depuis *Dinarites spiniplicatus* Mojs., à lobe latéral unique, par la variété de cette espèce à deux lobes latéraux non dentelés et par *Dinarites glacialis* Mojs., chez lequel les lobes présentent déjà de légères indentations, jusqu'à *Ceratites Middendorfi* Keys., à cloisons de *Ceratites* bien typiques, avec lobe auxiliaire.

M. von Mojsisovics propose, à titre de sous-genres de *Ceratites*, les subdivisions suivantes: *Buchites*, *Danubites*, *Helictites*, *Phormedites*, *Thisbites*, *Parathisbites*, *Glyphidites*. Ces sections, dont quelques-unes ont des caractères suffisamment différenciés pour que l'on soit en droit de les ériger au rang de véritables genres, comprennent surtout des formes naines très particulières qui, par leurs cloisons, se rattachent au genre *Ceratites*.

Le genre *Arpadites* a été établi par M. von Mojsisovics pour des formes différant de *Ceratites* par la présence d'un sillon ventral bordé de deux carènes. Si on met à part « *Arpadites* » *Lieboldti* Mojs., qui est un véritable *Ceratites*, et « *Arpadites* » *trettensis* Mojs., qui est basé sur un échantillon fort mal conservé, tous les véritables *Arpadites* (groupes de l'*Arn. Arpadis*, de l'*Arn. cinensis*, de l'*Arn. rimosus*) se distinguent très nettement des *Ceratites* propre-

(1) E. von Mojsisovics, Über einige arktische Trias-Ammoniten des nördlichen Sibirien. *Mém. Ac. Imp. des Sc. de St-Petersb.*, 7^e sér., t. XXXVI, n° 5, pl. I, fig. 1c.

ment dits et je suis plutôt porté à les considérer comme des descendants directs de *Dinarites* que de *Ceratites* (1).

A côté des *Arpadites* proprement dits, M. von Mojsisovics distingue les groupes suivants, qui pourraient, dit-il, être considérés éventuellement comme des sous-genres : *Dittmarites*, *Münsterites*, *Clionites*, *Steinmannites*, *Daphnites*, *Dionites*, *Drepanites*. Ces coupures ne semblent avoir, pour la plupart, que la valeur de simples sections d'un genre très homogène. *Clionites*, *Daphnites* et *Drepanites* me paraissent toutefois faire exception : *Drepanites* présente des caractères qui indiquent une évolution indépendante et doit constituer un genre propre ; *Clionites* et *Daphnites* devront, par contre, être réunis à des sections de *Ceratites*. *Danubites*, *Buchites* et *Clionites* forment un groupe très naturel, comprenant des espèces à tours peu embrassants, à côtes vigoureuses, à cloisons de *Ceratites*, parmi lesquelles celles qui présentent une carène sur la partie externe sont réunies par M. von Mojsisovics sous le nom de *Danubites*, celles dont les ornements passent sur la partie externe sans s'interrompre sous le nom de *Buchites*, tandis que la section des *Clionites* comprend les formes dont les côtes sont interrompues sur la partie externe par un sillon. De même *Parathishites*, *Phormedites* et *Daphnites* présentent entre eux les mêmes relations et ne diffèrent que par les caractères de la partie externe. M. von Mojsisovics insiste lui-même, dans les deux cas, sur ces rapports, mais, au lieu de réunir d'une part *Danubites*, *Buchites* et *Clionites*, de l'autre *Parathishites*, *Phormedites* et *Daphnites* et d'établir deux genres, comprenant chacun trois sections basées sur les caractères de la partie externe, il sépare *Clionites* et *Daphnites* de leurs proches parents pour les rattacher au genre *Arpadites*, qui devient ainsi tout-à-fait hétérogène et ne repose plus alors que sur le caractère artificiel du sillon ventral, par lequel il se distingue de *Ceratites*.

Les *Heraclea* de M. von Mojsisovics comprennent les genres *Heracles* Mojs. et *Cyrtopleurites* Mojs. : *Heracles* est très voisin de *Ceratites*, dont il dérive probablement par descendance directe ; quant à *Cyrtopleurites*, il diffère complètement par ses cloisons, par la forme de ses tours et par son ornementation aussi bien de *Ceratites* que d'*Heracles*, tandis qu'il se rapproche par tous ses caractères de formes voisines de *Trachyceras*, que M. von Mojsisovics

(1) Voir surtout *Arpadites cinensis* Mojs. Ceph. d. medt. Triasprov. pl. XXVI, fig. 4-6-7, qui porte des tubercules ombilicaux identiques à ceux des *Dinarites circumplicati*.

distingue sous les noms de *Sirenites*, d'*Anasirenites*, etc. Il existerait, paraît-il, dans l'Himalaya, des formes qui établissent le passage entre *Heracrites* et *Cyrtopleurites*, mais, tant que M. von Mojsisovics ne les aura pas fait connaître, il me paraît plus naturel de rattacher *Cyrtopleurites* aux Trachycératidés, au lieu d'attribuer à un phénomène de convergence les ressemblances frappantes qu'il présente avec *Sirenites*. Il n'y a donc alors pas de raison de conserver un groupe des *Heracritea*, *Heracrites* pouvant être sans inconvénient réuni aux Cératitidés, malgré ses cloisons brachyphylliennes et quelquefois même dolichophylliennes.

M. von Mojsisovics réunit sous le nom d'*Orthopleuritea* une série de formes généralement de petite taille, d'origine inconnue, dont les cloisons conservent pendant toute la durée de l'évolution individuelle le stade Goniatite (stade « clydonitique » Mojs.) et dont la coquille présente un enroulement normal (*Polygyclus* Mojs., *Choristoceras* Hau.), avec dernier tour quittant souvent la spirale, ou bien un enroulement anormal (*Rhabdoceras* Hau., *Cochloceras* Hau.).

Il y aura lieu probablement de considérer tout ce groupe comme une famille indépendante.

Les *Tirolitinae* de M. von Mojsisovics comprennent les tribus des *Tirolitea*, des *Distichitea* et des *Trachyceratea*.

Dans les *Tirolitea* viennent se placer : le genre *Tirolites* Mojs., qui ne diffère de *Dinarites* que par la position marginale des tubercules ; le genre *Metatirolites* Mojs., chez l'unique représentant duquel les tubercules occupent la même position que chez *Tirolites* et qui, par ses cloisons, est à ce genre ce que le genre *Ceratites* est au genre *Dinarites* ; enfin, le genre *Badiolites* Mojs., comprenant deux espèces naines, qui pourraient tout aussi bien être rangées parmi les Celtitidés.

La tribu des *Distichitea* renferme les deux genres *Distichites* Mojs. et *Ectolites* Mojs. Les *Distichites* du groupe des *megacanthi*, qui ont probablement donné naissance aux *compressi*, présentent les ressemblances les plus remarquables avec le genre *Margarites* Mojs., de la famille des *Tropitidae*. Les deux genres possèdent identiquement les mêmes cloisons et sont caractérisés par la même disposition de leurs deux rangées de tubercules et par leurs côtes recourbées en avant sur la partie externe. La seule différence réside dans la partie externe, *Margarites* présentant une carène bordée de deux sillons, *Distichites* un sillon limité par deux carènes. On sait le peu de valeur qu'il convient d'attacher à ce caractère, aussi il y a-t-il lieu de s'étonner que M. von Mojsisovics place les

deux genres dans deux familles différentes, étant donné surtout que la longueur de la dernière loge n'est pas connue dans *Distichites*. Les selles étroites, allongées et profondément découpées de ce genre et ses lobes fondamentalement trienidiens ne se rencontrent jamais chez les descendants de *Dinarites* et de *Tirolites*, ce sont, par contre, des caractères essentiels des Tropitidés. Quant au genre *Ectolcites* Mojs., représenté par deux espèces seulement, il diffère complètement de *Distichites* par ses cloisons de Cératite et constitue peut-être parmi les *Tirolitinae* le type *Arpadites*.

Les *Trachycerata* sont représentés dans les calcaires de Hallstadt par les genres *Trachyceras* Laube, *Eremites* Mojs., *Sandlingites* Mojs., *Chydonites* Hau. et *Sirenites* Mojs., auxquels il faut ajouter le genre *Balatonites* Mojs., qui n'existe que dans les étages inférieurs du Trias.

C'est précisément ce genre *Balatonites* que M. von Mojsisovics considère comme la souche du genre *Trachyceras*, souche par laquelle ce genre se relie à *Tirolites*. Or, rien ne me paraît moins démontré que cette filiation, et tout d'abord le genre *Balatonites* est hétérogène, comme l'a montré M. Hyatt (1) qui a séparé des *Balatonites* s. str. (*Gemmati*) les genres *Arietites* Hyatt (*Arietiformes*) et *Dorycranites* Hyatt (*Acuti*). Ce dernier genre (type *D. bogdanus* Buch) n'est encore connu que du Werfénien du Mont Bogdo, dans la steppe d'Astrakhan, et se rapproche beaucoup des *Dinarites circumplexi*, tant par ses cloisons que par ses tours internes, que j'ai pu étudier dans les collections de l'Ecole des Mines, sur le type figuré par de Verneuil (2). Les relations des *Arietiformes* avec les *Tirolites* paraissent seules bien établies, car les premiers *Balatonites* vrais qui apparaissent, ceux de la zone à *Ceratites binodosus* (Virglorien inférieur), sont très mal conservés et leur évolution individuelle est encore inconnue, de sorte que l'on ne peut rien affirmer au sujet de leur origine.

Un peu après *Balatonites*, dans la zone à *Ceratites trinodosus* (Virglorien supérieur), apparaît *Analcites* Mojs., puis, dans la zone à *Trachyceras Retzi* (Ladinien inférieur), *Protrachyceras* Mojs., deux sous genres du genre *Trachyceras*. *Balatonites*, *Analcites* et *Protrachyceras* paraissent représenter la forme carénée, la forme annelée et la forme à sillon externe d'un même type. Dans les trois genres

(1) In Whiteaves, loc. cit., p. 144.

(2) Murchison, Verneuil et Keyserling, Geol. de la Russie d'Europe, pl. XXVI, fig. 1.

ou a affaire à des tours peu embrassants, à côtes simples ou bifurquées, légèrement infléchies en avant, portant toujours un tubercule à leur extrémité marginale et souvent un tubercule périombilical et plusieurs tubercules latéraux. Les côtes multituberculées sont un des caractères les plus frappants des *Trachycératidés*, qui n'existe pas dans les Ammonites jurassiques, mais se retrouve chez certains genres crétacés. Les cloisons rappellent celles des *Cératites*, les lobes sont à dents multiples, les selles sont entières ou brachyphylliennes.

Balatonites et *Anolcites* ne s'élèvent pas dans les zones supérieures du Trias et ne paraissent pas avoir donné naissance à d'autres genres; *Protrachyceras*, par contre, passe insensiblement à *Trachyceras* s. str. La limite entre les deux sections, telle qu'elle est adoptée par M. von Mojsisovics, est tout à fait arbitraire. Alors que beaucoup d'espèces du Ladinien s'éloignent déjà considérablement, par leur ombilic étroit et leurs côtes à nombreux tubercules, des *Protrachyceras* primitifs, à ombilic large et à tubercules latéraux absents ou rudimentaires et présentent déjà des cloisons plus profondément découpées, comme les vrais *Trachyceras*, M. von Mojsisovics restreint le genre *Trachyceras* aux formes qui présentent le dédoublement des tubercules de la rangée marginale, caractère évidemment des plus secondaires. Le genre *Trachyceras* ainsi restreint n'en compte pas moins 50 espèces, dont 40 dans les couches carniennes de Hallstadt. Ici, plus que partout ailleurs, l'esprit analytique, si remarquablement développé chez M. von Mojsisovics, s'est donné libre cours et l'espèce paraît de plus en plus se confondre avec la variation individuelle. Parmi les 40 « espèces » des calcaires de Hallstadt plus du quart n'est représenté que par un exemplaire unique. Les personnes qui chercheront à déterminer des *Trachyceras* d'après la monographie de M. von Mojsisovics éprouveront certainement le même embarras que celles qui se trouveront dans le cas de déterminer une *Sonninia* d'après la monographie bien connue de M. Buckman.

Les genres *Eremites*, *Sandlingites* et *Clydonites* constituent des groupes isolés, sans grande importance, qui sont évidemment très voisins de *Trachyceras* ou de *Protrachyceras*. Enfin, le genre *Sirenites*, par lequel se termine la belle monographie de M. von Mojsisovics, paraît également se rattacher à *Protrachyceras*, quoiqu'il apparaisse brusquement dans les régions alpines à l'époque carnienne seulement.

Sirenites, qui est un des genres les plus curieux des calcaires de

Hallstadt, se distingue de *Trachyceras* par la bifurcation constante que présente chacune des côtes immédiatement avant d'atteindre le sillon externe; le nombre des tubercules marginaux se trouve par le fait doublé et, quand les côtes sont nombreuses, ces tubercules se rapprochent de manière à former, de chaque côté du sillon externe, une carène cordée. Dans le sous-genre *Anasirenites*, ces carènes sont lisses et tranchantes; dans *Diplosirenites*, il y a deux rangées de tubercules marginaux de chaque côté du sillon externe, comme dans *Trachyceras* s. str.

Le genre *Cyrtopleurites* Mojs., que M. von Mojsisovics range dans les *Hyrachites*, exagère les caractères de *Sirenites*: les tours deviennent plus plats, plus embrassants, les côtes, au lieu de se bifurquer régulièrement à leur extrémité, s'élargissent et se terminent par des tubercules en forme d'aigrette, allongés transversalement. Dans le sous-genre *Hauerites*, que l'on aura de la peine à distinguer d'*Anasirenites*, les carènes deviennent à peu près lisses, les tubercules latéraux disparaissent; dans *Acanthinites*, par contre, ces tubercules latéraux prennent un grand développement.

Cyrtopleurites possède exactement les mêmes côtes sigmoïdes que *Sirenites*, la bifurcation des côtes se fait de la même manière, les tubercules, quand ils sont bien développés, réalisent dans les deux cas une ornementation transversale; enfin, les cloisons ne diffèrent que par des caractères peu importants, si bien que personne ne comprendra pourquoi M. von Mojsisovics place les deux « genres » non seulement dans deux tribus mais même dans deux sous-familles différentes. Pour moi, *Sirenites*, *Anasirenites*, *Diplosirenites*, *Cyrtopleurites*, *Hauerites*, *Acanthinites* sont à peine des sections d'un genre unique *Sirenites*, dans lequel on pourra se contenter d'établir tout au plus deux sous-genres *Hauerites* et *Cyrtopleurites*.

Le genre *Eutomoceras* Hyatt, que M. von Mojsisovics range dans les *Tropitinae*, présente sur les flancs identiquement les mêmes caractères d'ornementation que *Sirenites*, les côtes sont flexueuses, bifurquées, lisses ou multituberculées. Seule la partie externe permet de distinguer les deux genres: tandis que *Sirenites* est caractérisé par un sillon limité par deux carènes, *Eutomoceras* possède une carène unique médiane. *Sirenites* paraît être à *Eutomoceras* ce que *Distichites* est à *Margarites*, et, en effet, dans les deux genres, les cloisons sont encore disposées d'après un plan identique. Très simples, avec des selles généralement entières dans *Sirenites*, elles deviennent brachyphylliennes dans *Cyrtopleurites* (Fig. 12), en même temps que chacune des deux pointes du lobe siphonal se

divise en deux. Cette disposition se retrouve exactement dans *Eutomoceras* (Fig. 13), qui est souvent dolichophyllien.



Fig. 12 — Cloison de *Cyrtopleurites birrenatus* (Hau.). Copie. Mojs., Ceph. d. Hallst. Kalke, pl. CLVIII, fig. 3.

Fig. 13 — Cloison d'*Eutomoceras Sandlingense* (Hau.). Copie. Mojs., Ceph. d. Hallst. Kalke, pl. CXXX, fig. 12.

Tous les *Trachyceratea* sont caractérisés par une cloison primitivement cératitique, les selles ne deviennent brachyphylliennes ou dolichophylliennes que dans les formes les plus élevées. La base des selles est toujours large (type sténophyllien), elle n'est jamais resserrée et il existe en général une tendance marquée à une disposition en zigzag des éléments, les lobes et les selles se terminant en angles aigus. Les côtes, presque toujours flexueuses, se bifurquent régulièrement sur le milieu des flancs et, dans les formes les plus élevées, elles se bifurquent encore une fois immédiatement avant d'atteindre la partie externe. Elles sont rarement dépourvues de tubercules et en portent très souvent un nombre bien supérieur à trois. La forme des tours et l'évolution de la cloison indiquent des affinités avec les Cératitidés, mais les caractères propres aux *Trachyceratea* sont assez nombreux pour que l'on soit en droit de considérer ce groupe si important comme une famille indépendante, les TRACHYCÉRATIDÉS, parallèle à celle des CÉRATITIDÉS.

Le tableau ci-contre résume la classification du phylum des Glyphiocératidés, telle qu'elle ressort des remarques précédentes. Comme dans le phylum des Prolécanitidés, les familles ont été groupées en faisceaux caractérisés par le plan général de la cloison. Tous les « *Trachyostraca* » sont latisellés.

En résumé, il paraît dès à présent possible d'établir pour les *Ammonoidea* permo-triasiques une classification basée sur la phylogénie.

On peut reconnaître l'existence de deux grands phylums, qui coïncident presque exactement avec les deux grandes sections des *Leiostraca* et des *Trachyostraca* de M. von Mojsisovics.

PHYLUM DES GLYPHIOCÉRATIDÉS

(TRACHYOSTRACA, MOJS.).

I. MONACANTHIENS.

1. Selles entières.

Glyphiocératidés. Rétrosphères.

Glyphioceras Hyatt, *Gastrioceras* Hyatt, *Paralegoceras* Hyatt, *Pericyclus* Mojs.

Celtidés. Prosphères, enroulement normal.

Paraceltites Gemm., *Celtites* Mojs., *Arnioceltites* Mojs., *Tropiceoltites* Mojs., *Sigrites* Mojs., *Sibirites* Mojs., *Budotites* Mojs.

? Orthopleuritidés. En partie rétrosphères. Enroulement souvent anormal.

Polygyclus Mojs., *Choristoceras* Hau., *Rabdoceras* Hau., *Cochloceras* Hau.

2. Selles échantées.

Haloritidés.

Halorites Mojs.

II. TRIAENIDIENS.

Thalassocératidés.

Dinorhophoceras Hyatt, *Thalassoceras* Gemm., *Acrochordiceras* Hyatt.

Tropitidés.

Jurites Mojs., *Juravites* Mojs.

Barrandellites Mojs., *Miltites* Mojs.

Tropites Mojs., *Margarites* Mojs., *Sibyllites* Mojs., *Dischites* Mojs., ? *Sagentes* Mojs. (? Dicraniden), (? *Didymites* Mojs.

III. PRIOSIDIENS.

Cératitidés.

Dinarites Mojs., *Tirolites* Mojs. (?), *Naunites* Mojs., *Cerulites* Hau., *Helicites* Mojs., *Thishites* Mojs., *Glyphidites* Mojs., *Japonites* Mojs., *Heractites* Mojs., *Arpadites* Mojs., (*Dittmarites* Mojs., *Münsterites* Mojs., *Steinmannites* Mojs., *Dionides* Mojs.), *Drepanites* Mojs., *Danubites* Mojs. (*Buchites* Mojs., *Claunites* Mojs.), *Phormediles* Mojs. (*Parathishites* Mojs., *Daphnites* Mojs.), *Metatrolites* Mojs., *Ectolcites* Mojs.

Dorycranites Hyatt, *Arniolites* Hyatt.

Trachycératidés.

Balatonites Mojs., *Anolcites* Mojs., *Prottrachyceras* Mojs., *Trachyceras* Laube, *Eremites* Mojs., *Sandlingites* Mojs., *Clydonites* Hau., *Sirenites* Mojs. (*Cryptorites* Mojs., *Hauerites* Mojs.), *Eutomaceras* Mojs.

Dans chacun de ces phylums les caractères tirés du plan général de la cloison permettent d'établir un groupement naturel des familles. Nous n'avons rencontré qu'un petit nombre de cas où ces caractères nous aient insuffisamment renseignés sur la position systématique d'un genre. C'est ainsi que les représentants du phylum des Prolécanitidés sont à peu près sans exception euryphylliens, tandis que ceux du phylum des Glyphiocératidés sont, d'une manière générale, sténophylliens. Le genre *Ptychites* est le seul que nous ayons eu de réelles difficultés à classer d'après la disposition fondamentale de ses lobes ; son évolution individuelle est encore inconnue, de sorte que nous ne savons pas s'il est triænidien ou prionidien.

La classification des Ammonites permo-triasiques d'après les caractères généraux de la cloison m'ayant donné des résultats satisfaisants, j'ai cherché à l'appliquer aux Ammonites jurassiques. Il est facile de reconnaître que ces dernières sont en grand nombre euryphylliennes (ex. *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Deroceras*, *Hammatoceras*, *Perisphinctes*, etc.), mais que le type nettement sténophyllien est également représenté (ex. *Oxynoticeras*, *Amaltheus*, *Grammoceras*, *Paroniceras*, etc.).

A première vue, il paraît donc très simple d'étendre aux Ammonites jurassiques la classification adoptée pour celles du Trias et de considérer les formes euryphylliennes comme des descendants du phylum des Prolécanitidés, les formes sténophylliennes, comme des descendants du phylum des Glyphiocératidés. Mais ici d'autres difficultés surgissent. On sait d'une manière certaine qu'il existe parmi les Ammonites jurassiques quelques genres comme *Psiloceras*, *Arietites*, *Dumortieria*, dont certaines espèces sont euryphylliennes (*Psiloceras colliphyllum* Neum., *Arietites Deffneri* Fraas, *Dumortieria Levesquei* d'Orb.), tandis que d'autres sont sténophylliennes (*Psiloceras planorbis* Sow., *Arietites Bucklandi* Sow., *Dumortieria Munieri* Haug). Neumayr a même montré que les selles de *Psiloceras planorbis* étaient beaucoup plus larges sur le dernier tour que sur les tours précédents. Il y a donc, dans beaucoup de genres jurassiques, une tendance à l'élargissement des selles, tendance qui peut être envisagée comme une véritable dégénérescence. Bientôt ce nouveau caractère est fixé par l'hérédité et le genre devient sténophyllien, quoique appartenant à un rameau primitivement euryphyllien.

Le plan général de la cloison cesse également de constituer un caractère de premier ordre.

Les représentants du genre *Lytoceras* sont triænidien dans le

jeune âge et deviennent bientôt dicranidiens, ainsi qu'il résulte des observations de MM. Branco (1) et Canavari (2). Beaucoup de séries régressives ont des lobes dicranidiens (3) et ce caractère devient tout à fait constant chez beaucoup de formes déroulées, telles que *Hamites*, *Baculites*, que l'on a sans doute rangées à tort dans les Lytocératidés. Par dégénérescence les cloisons peuvent aussi devenir priouidiennes (ex. *Orynotireras*, *Pulchellia*, *Tissotia*, etc.).

On voit donc que les caractères tirés du plan général de la cloison, qui étaient si bien fixés dans les Ammonites permotriasiques, cessent de l'être dans les Ammonites jurassiques. C'est d'ailleurs un fait reconnu que tel caractère qui a une importance fondamentale à un moment donné de l'évolution d'un groupe n'est plus que secondaire à un autre moment.

L'évolution individuelle des Ammonites jurassiques, si bien étudiée sur de nombreux exemples par M. Branco, est toujours caractérisée par un stade très constant où le premier lobe latéral est nettement trifide et où la selle externe est généralement trilobée. Cette uniformité dans les premiers stades de l'évolution indique déjà une origine commune.

D'autre part, depuis les travaux de Neumayr, on admet assez généralement que la presque totalité des Ammonites jurassiques, les Lytocératidés et les Phyllocératidés exceptés, appartiennent à un grand phylum homogène, celui des Egocératidés. Neumayr et M. Hyatt ont indiqué le genre *Psiloceras* comme la souche probable de ce phylum, et les études de M. Wähner (4) ont montré que ce genre se rattachait immédiatement à la famille des Phyllocératidés qui devrait donc être considéré comme la souche du phylum des Egocératidés.

J'avoue que ces conclusions, qui ont été acceptées même par les auteurs de deux traités élémentaires de paléontologie, m'ont paru pendant quelque temps très aventureuses. Elles me semblaient devoir être renversées par la publication de la monographie des *Trachyostraca* des calcaires de Hallstadt, si impatiemment attendue par tous les spécialistes. D'après ce que M. von Mojsisovics avait annoncé précédemment, les genres *Psiloceras*, *Arnio-*

(1) *Paläontogr.*, t. XXVI, pl. VIII, fig. 6.

(2) M. Canavari, Fauna del Lias inferiore della Spezia. *Mem. Com. geol. d'Italia*, vol. III, pl. III, fig. 1c, 3.

(3) V. Haug, *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XX, p. 320.

(4) Fr. Wähner, Beiträge zur Kenntniss der tieferen Zonen des unteren Lias der nordöstlichen Alpen. *Beitr. z. Pal. Oesterr.-Ung.* Vol. II-VIII.

ceras, *Hildoceras*, etc., devaient être représentés dès l' « étage norien » dans la « province juvavique » et, dans ces conditions, il était difficile de considérer *Psiloceras planorbis* (Sow.) comme un « radical ».

Dans la faune de Hallstadt il se trouve en effet de nombreux genres identiques par la forme de leurs tours et par leur ornementation à des genres jurassiques : *Tropites* correspond à *Hammatoceras*, *Margarites* à *Amaltheus*, *Eutomoceras* à *Oxynotoceras*, *Sibirites* à *Cæloceras*, *Arniocellites* à *Arietites*, *Tropicellites* à *Dumortieria*, etc.

Toutes ces analogies de forme sont dues, d'après M. von Mojsisovics — et je partage entièrement sa manière de voir — à des convergences hétérochrones. Tous les *Trachyostraca*, tout notre phylum des *Glyphiocératidés*, paraissent avoir disparu à la fin du Trias sans avoir laissé de descendants (1).

M. von Mojsisovics rattache également le genre *Psiloceras* aux *Phyllocératidés* et décrit même, sous le nom de *Monophyllites Clio*, une espèce qui, par ses cloisons, constitue une forme de passage entre le genre *Monophyllites* et *Psiloceras planorbis*.

D'autre part, des observations personnelles sur l'évolution des cloisons d'*Alsatites* (2) *liasicus* d'Orb., d'*Arietites spiratissimus* Qu., d'*Oxynotoceras oyynotum* Qu., d'*Amaltheus margaritatus* Montf. m'ont montré que ces espèces, soit par leurs selles primitivement mégaphylliennes, soit par la forme elliptique de leurs phyllites, se rapprochent des *Phyllocératidés*. Quant au genre *Lytoceras* Suess, qui apparaît brusquement et déjà nettement différencié dans l'*Infralias*, sa parenté avec *Phylloceras* est assez généralement admise. Tous ces faits me portent à croire que la presque totalité des Ammonites jurassiques, y compris la famille des *Amalthéidés*, doit être considérée comme appartenant à un grand phylum issu des *Phyllocératidés*. C'est cette famille, déjà si bien représentée dans le Permien, qui seule aurait possédé une vitalité suffisante pour survivre à la fin de l'époque triasique et pour donner naissance à des rameaux

(1) Il y aura peut-être lieu de faire une exception pour le genre *Cellites*, dont quelques représentants existaient encore à l'époque du Lias. Il est possible également que quelques genres liasiques très particuliers, tels que *Arnioceras* Hyatt, *Paroniceras* Bonarelli (groupe de l'*Amm. sternalis*), etc., dérivent de genres de *Trachyostraca* triasiques. Je compte revenir sur cette question délicate dans un travail ultérieur.

(2) ALSATITES n. gen., type : *Amm. liasicus* d'Orb. Le genre *Caloceras* Hyatt (type *Amm. varicostatus* Ziet.) ne saurait englober tous les *Ariétidés* sans sillons externes.

nouveaux, qui prennent leur plein épanouissement dès le commencement de l'époque jurassique.

Notons en terminant que les Phyllocératidés sont angustisellés et qu'aucune des familles latisellées, malgré le remarquable développement que quelques-unes d'entre elles ont pris dans le Trias, n'a continué à évoluer au-delà de la fin de la période.

**COMPTE-RENDU D'EXCURSIONS GÉOLOGIQUES
AUX MARTIGUES ET A LESTAQUE (BOUCHES-DU-RHONE),**

par **G. VASSEUR (1).**

(Pl. XIV).

Les membres de la Société géologique venus à Marseille en 1891, pour prendre part aux travaux de la Réunion extraordinaire en Provence, n'avaient pas voulu s'arrêter dans cette ville sans visiter quelques points intéressants de ses environs.

Ayant eu l'honneur de les conduire à Lestaque et aux Martigues, j'ai le devoir de rendre compte des excursions que j'ai dirigées, en exprimant à la Société mon vif regret de n'avoir pu m'acquitter plus tôt d'une dette si agréablement contractée.

Je profiterai de l'occasion qui m'est offerte pour faire connaître en détails la belle succession des couches crétacées qui affleurent sur les bords de l'étang de Berre, et pour établir avec précision le synchronisme de certaines assises oligocènes des bassins d'Aix et de Marseille.

I

Excursion aux Martigues

Le 26 septembre, veille de l'ouverture de la session extraordinaire, nous quittons Marseille à six heures et demie du matin pour nous rendre par le chemin de fer au village de la Mède, situé à 5 kilomètres à l'est des Martigues.

En nous dirigeant de la station vers les bords de l'étang de Berre, nous rencontrons d'abord sous la ferme du Caulet un petit tertre formé par les couches cénomaniennes qui émergent au milieu de la plaine d'alluvions.

Deux assises apparaissent dans cet îlot, à la base et au sud, un grès calcaire et glauconieux très grossier, renfermant quelques *Ostrea columba* et l'*Orbitolina concava* ; au-dessus, un calcaire jau-

(1) Note présentée à la séance du 18 juin 1894 : manuscrit remis le même jour. Les 4 pages qui font partie du fascicule n° 6 ont été corrigées par les secrétaires.

nâtre très compact, rempli de débris de *Caprines*. Ces couches que nous aurons l'occasion de revoir dans la série beaucoup plus complète de la Gueule d'Enfer, plongent de 45 degrés vers le nord.

Les cultures ne permettent pas d'observer ici les calcaires à *Biradiolites cornupastoris*, immédiatement superposés aux bancs à *Caprines*, mais à 100^m environ au nord de la ferme, nous retrouvons sur les bords de l'étang de Berre les affleurements crétacés qui se succèdent sans interruption, entre le *rocher des Trois frères* et les Martigues, depuis le Turonien jusqu'au Valdonien inclusivement.

Le niveau le plus inférieur de cette série est formé sur une épaisseur de 0^m30 à 0^m40 seulement, par un grès très calcarifère et argileux, ocracé, se divisant en plaquettes irrégulières.

Ce banc franchement marin renferme de nombreux fossiles à test spathisé ou à l'état de moules (*Trigonia scabra*, *Cyprina ligeriensis*, *Biradiolites* sp.) Il constitue la base d'un système de grès argilo-calcaires et charbonneux, associés à des argiles lignitifères, que Reynès a rapporté le premier au niveau des grès d'Uchaux, en se basant sur la présence de la *Trigonia scabra* dans cette formation.

Il est probable que le point fossilifère où nous avons conduit la Société n'est autre que le gisement découvert autrefois par Reynès, car la *Trigonia scabra* n'a été retrouvée en aucun autre endroit des environs des Martigues (1).

Les grès charbonneux qui recouvrent la couche à *Trigones* sont généralement argilo-calcaires tendres et grossiers; ils comprennent de nombreux lits qui se présentent sur la tranche, par suite d'un pendage assez accusé vers le nord.

Ces affleurements courent presque parallèlement au rivage, leur direction étant dessinée par les bancs les plus résistants qui forment de petits récifs alignés ou seulement des bandes étroites et régulières à peine en saillie sur le fond uni de l'étang.

La faune des grès charbonneux et des argiles lignitifères comprend de nombreux Mollusques marins et saumâtres.

Des *Ostrea* de petite taille se rencontrent à profusion dans certains lits gréseux, tandis que d'autres couches de même nature ou argileuses contiennent principalement des *Cyprines*, des *Corbules*, des *Turritelles* et des *Cerithes*, ou encore des *Glaucônia* et de petits *Cardium* rappelant les couches saumâtres fuvéliennes. Enfin les

(1) C'est en 1889 que j'ai retrouvé le gisement de la *Trigonia scabra*. Depuis Reynès, la présence de ce fossile dans le Turonien de la Mède n'était plus mentionnée qu'avec doute. Voyez Depéret, *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XVI, 1888, p. 561, coupe n° 1.

argiles noires du bord de l'étang se montrent parfois remplies de petites Avicules.

Ces associations de fossiles et la nature des sédiments qui les renferment, s'accordent bien avec la fréquence des débris de végétaux terrestres dans cette formation, pour nous indiquer les conditions dans lesquelles a dû se déposer dans cette région, le Turonien supérieur.

Nous ne pouvons admettre avec notre savant confrère M. Collot (1) que le terrain dont il s'agit résulte d'une sédimentation effectuée dans un golfe largement ouvert et nous nous rangeons à l'opinion de MM. Marion (2) et Dépéret, pour penser que la nature des couches augoumiennes de Provence, « atteste la fréquence intermittente, dans le bassin de la craie méridionale, de mouvements locaux du rivage, qui ont eu pour conséquence, la création de lagunes temporaires, et l'interruption momentanée en ces points, du travail des animaux constructeurs de récifs (3) ».

La découverte de nombreux végétaux terrestres dans les argiles de la Mède, nous a fourni d'ailleurs une preuve bien manifeste de la proximité d'une terre émergée à l'époque turonienne. Nous en avons conclu, que « cette terre basse encore, ne pouvait être que l'anticlinal de la Nerthe, faiblement dessiné et relié au massif jurassique et infracrétacé des environs de Marseille (4) ».

La plupart des couches turoniennes de la Mède renferment des restes de plantes, mais dans les bancs gréseux, les végétaux sont transformés en lignite, ou à l'état de simples traces charbonneuses qui, généralement, ne sont pas susceptibles de détermination.

Cependant, dès l'année 1864, lors de la réunion de la Société géologique à Marseille, M. de Saporta signalait l'existence de Monocotylédones « dans les grès jaunâtres ferrugineux situés à la partie supérieure des grès d'Uchaux et sous les premiers bancs d'Hippurites des bords de l'étang de Berre (5) ».

Quoique les empreintes dont il s'agit soient probablement un peu plus récentes que les plantes dont nous parlerons plus loin, je crois devoir rappeler les indications données à ce sujet par l'éminent paléontologiste provençal.

Les fossiles mentionnés « sont en grande majorité des moulages

(1) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XVIII, p. 82.

(2) *Revue scientifique*, 21 déc. 1872.

(3) DÉPÉRET. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XVI, 1898, p. 373.

(4) VASSEUR. *C. R. Ac. Sc.*, 27 mai 1890.

(5) *B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XXI, p. 499 et suiv.

» ferrugineux et adhérents inférieurement au grès qui se trouve
 » lui-même plus fortement imprégné d'oxyde de fer dans le voisinage de l'empreinte que dans le reste de la roche. Les végétaux
 » ensevelis dans un sable fortement imprégné de sucs ferrugineux
 » ont servi de point d'attraction à l'oxyde qui est venu se déposer
 » sur eux en se moulant sur les inégalités de leur surface et en reproduisant l'empreinte de leurs linéaments. D'autres échantillons en plus petit nombre, et provenant du même grès, ne sont
 » pas ferrugineux : ce sont de simples moulages opérés dans le sable fin du sédiment, suivis d'un remplissage de même nature que le reste de la roche, ou demeurés vides après la destruction du végétal.

» La forme la plus répandue est représentée par des empreintes de feuilles rubanées, à bords parallèles mal définis, ressemblant un peu à celles des *Phragmites* du Miocène de Suisse et de Provence. On pourrait les ranger parmi les *Poacites* ou bien encore les rapprocher des *Typha* ; mais l'ordonnance, le nombre et la saillie des nervures principales, jointes à l'excessive finesse des nervures interstitiales, dénoteraient une affinité sérieuse avec les *Pandanus* ».

Une seconde espèce est indiquée par une seule empreinte : « c'est une feuille rubanée, à bords entiers et parallèles, terminée à la base par un bourrelet évasé correspondant à la partie insertionnelle. Les nervures longitudinales, très fines et très nombreuses, ne sont visibles que sous la loupe ; elles sont égales et reliées par des vésicules transversales extrêmement déliées. Cette feuille, par sa forme et sa nervation caractéristiques, se rapprocherait des *Rhizocaulon* ».

Un autre fossile assez remarquable consiste en un moulage de tige montrant à l'extérieur des résidus foliacés ou bases d'anciennes feuilles obliquement insérées et étroitement imbriquées. « Cette tige ressemble à celle de beaucoup de Monocotylédones arborescentes, telles que les *Furca*, les *Dracena* et les *Palmiers*. Enfin les *Pandanus* lorsqu'ils ne sont pas dépouillés de leurs feuilles, offrent cette même apparence. Ce qui pourrait militer en faveur de l'attribution de ce fossile au dernier des genres précités, c'est la présence dans la couche des Martigues, et à côté de ces fragments de tiges, de fruits sessiles, agrégés en un régime simple spiciforme, très allongé et recouvrant entièrement un spadice ou rachis légèrement arqué, dont on aperçoit la trace, vers la base de l'empreinte.

Note de M. Larrazet

Bull. Soc. Géol. de France

3^e Série, T. XXII, Pl. XIII

(Séance du 18 Juin 1894)



1



1bis



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



23



1

(1) M. de Saporta fait enfin remarquer que « M. Stiehler, dans sa » flore du quadersandstein des environs de Quedlinburg dans le » Harz, a figuré sous le nom de *Pandanus simildæ*, un fragment de » spadice couvert de fruits très analogues à ceux du fossile des Mar- » tiques, quoique d'une dimension plus considérable. Malheureuse- » ment, dans le Harz comme en Provence, les végétaux de la craie » se sont conservés dans un sable dont le grain plus grossier que » la pâte marneuse des dépôts lacustres tertiaires, enlève aux » empreintes leur finesse et leur netteté, et empêche que l'on puisse » reproduire par le moulage tous les linéaments de leur ancien » relief ».

S'il est vrai que les recherches paléontologiques effectuées dans les parties gréseuses du Turonien de la Mède, ne pouvaient donner que des résultats sans importance, en raison de la nature généralement grossière du sédiment, il semble que les argiles lignitiformes plus ou moins feuilletées, qui forment dans cette assise des enclaves lenticulaires, auraient dû attirer depuis longtemps l'attention des géologues, comme constituant un dépôt éminemment propre à la conservation des fossiles végétaux.

Ces considérations m'engagèrent à examiner avec le plus grand soin les sédiments les plus fins de cette formation et mes efforts furent presque immédiatement couronnés par un plein succès. En 1889, je découvrais en effet, au milieu des bois de la Mède, au lieu dit *la Charbonnière*, une flore aussi remarquable par son bel état de conservation que par la diversité des types qu'elle comprend (2).

Les Dicotylédones sont largement représentées dans ce gisement par des formes variées et très intéressantes : *Myrica Campei*, *M. Rouyoni*, *H. Gaudryi*, *Salix Vasseuri*, *Magnolia*, *Cesalpinites*, *Celastrophyllum*, *Proteophyllum*, *Devalquea* (2 esp.), etc.

Aux Monocotylédones se rapportent des empreintes du *Dracænites Jourdei*, tandis que le groupe des Conifères offre des *Sequoia*, des *Thuyites* (2 esp.), des *Widdringtonites* et des *Sphenolepidium*.

Le genre *Podozamites* est la seule Cycadée que l'on rencontre associée avec les formes précédentes. Enfin les Fougères, plus abondantes, offrent 4 espèces de *Comptoniopteris*, *C. provinciale*, *C. intermedia*, *C. Saportæ*, *C. Vasseuri*.

Tous ces végétaux ont été déterminés par M. Marion, mon savant

(1) La première épreuve de ce travail a été corrigée par M. Vasseur à partir de la page 417. L'épreuve corrigée est arrivée au Secrétariat le 20 Novembre 1894.

(2) *C. R. Ac. Sc.*, 27 mai 1890.

collègue ayant bien voulu se charger de la description de ces fossiles, qui fera l'objet d'un important mémoire.

Indépendamment des couches de la Charbonnière, qui ont conservé de si beaux vestiges de la flore turonienne, les argiles de la Mède m'ont encore présenté de belles empreintes végétales, en divers points des bords de l'étang de Berre. Ces nouveaux gisements que je n'ai pas encore eu l'occasion de signaler, renferment des rameaux entiers de *Sequoia* et de *Sphenolepidium* avec de larges feuilles de Dicotylédones : *Magnolia*, etc.

Enfin j'ai mentionné, en 1891, la présence de nombreuses empreintes de Dicotylédones, dans un grès calcarifère fin et très dur, affleurant sur le bord même de l'étang, dans le voisinage de la ferme des Tamarins. Cette roche nous a fourni des restes de *Myrica* associés à diverses formes qui ne paraissent pas exister dans les couches argileuses : *Menispermum*, *Dryophyllum* ? Enfin certains lits plus fissiles contiennent en cet endroit des rameaux entiers de *Sapindophyllum*.

Après avoir visité ce gisement avec les membres de la Société géologique, nous longeons le rivage sur 700 mètres environ, pour observer sous ses divers faciès la formation argilo-gréseuse turonienne et en particulier les argiles noires à petits Mollusques qui rappellent si bien les couches fuveliennes. Puis nous quittons les bords de l'étang afin de nous diriger vers les affleurements de la Gueule d'Enfer où nous reprendrons à partir de l'étage aptien, l'examen de la série crétacée.

Où désigne sous le nom de Gueule d'Enfer une petite vallée d'érosion entaillée dans les marnes aptiennes, sur le versant septentrional des hauteurs de la Nerthe. Ce vallon cultivé est limité au sud par les flancs rocheux de la chaîne constitués par les calcaires urgoniens dénudés et les calcaires gris à silex de l'étage aptien, tandis qu'une série de coteaux boisés dessine au nord les affleurements cénomaniens et turoniens.

La coupe de ces collines a été publiée à différentes reprises dans le Bulletin de la Société géologique, par Reynès d'abord, en 1864, dans les Comptes-rendus de la réunion extraordinaire à Marseille(1), puis par M. Carez, en 1888 (2). La même année M. Depéret faisait connaître en détail la composition des assises crétacées qui affleurent dans les bois de la Mède entre la Gueule d'Enfer et l'étang de Berre (3)

(1) *B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XXI, p. 473.

(2) id. 3^e id. t. XVI, p. 506.

(3) id. 3^e id. t. id. p. 561.

et en 1889, M. Collot indiquait à son tour la succession des mêmes couches observées à l'ouest de la Mède, sur le promontoire rocheux qu'effleure la voie ferrée à l'entrée de la Gueule d'Enfer (1).

C'est en ce point que nous amenons la Société parce que les affleurements crétacés très fossilifères n'y sont pas masqués par la végétation.

APTIEN. — Les marnes aptiennes recouvertes par les alluvions, dans le fond de la vallée, apparaissent sur une faible épaisseur, à la base de l'escarpement formé par le Cénomanien. Ces marnes très argileuses sont généralement grises ou bleuâtres, mais vers la partie supérieure, elles se chargent de glauconie et prennent une coloration verdâtre assez accusée.

Quelques bancs de calcaire gris de 0^m30 à 0^m40 d'épaisseur sont intercalés par places, dans cette formation.

Tandis que les parties argileuses renferment en très grande abondance le *Belemnites semicanaliculatus* et le *Belemnites minimus* List., les calcaires présentent de rares débris d'*Ancylloceras* et des Acéphales parmi lesquels on distingue l'*Inoceramus concentricus* de l'étage albien. La présence de ce fossile au sommet des marnes aptiennes viendrait corroborer l'opinion émise, dès l'année 1864, par M. Matheron, et d'après laquelle il conviendrait de rattacher au Gault les dernières couches dont nous venons de parler (2).

CÉNOMANIEN. — Le Cénomanien de la Gueule d'Enfer débute à la base par des sables fins argileux et calcarifères jaunâtres, passant à la partie supérieure à un calcaire sableux et grumeleux très fossilifère (ensemble 3^m).

On rencontre communément à ce niveau :

Ostrea columba.

Hemiaster Orbigny.

— *flabellata.*

et plus rarement : *Pseudodiadema marticense* et *Heterodiadema libycum*.

Cette assise friable et facilement désagrégée par les actions atmosphériques, a été sur divers points profondément affouillée par les érosions. Pour ce motif, elle affleure généralement en retrait sous le deuxième niveau cénomanien formé par les calcaires à Caprinelles. Ce banc offre sur 5^m d'épaisseur, un calcaire compact et dur, blanc ou jaunâtre. Il se relève au milieu des bois en une

(1) B. S. G. F., 3^e Sér., t. XVIII, p. 75 et s.

(2) Id. 2^e id. t. XXI, p. 549.

crête pittoresque dont la nudité contraste agréablement avec la verdure des pins d'Alep, pressés en tapis sur les flancs de la colline.

Le fossile caractéristique de cet horizon est la *Caprinella triangularis* que l'on trouve associée à des *Plagioplychus*.

La série se continue avec des couches friables marno-sableuses et calcaires affleurant sur 1^m50 d'épaisseur et renfermant en abondance l'*Ostrea columba*. M. Collot a signalé en outre dans cette couche : *Ostrea carinata*, *O. flabellata*, *Ichthyosarcolites* et *Janira quadricostata* (1).

Enfin la dernière assise cénomaniennne est constituée par un calcaire compact gris ou roux, de 3^m d'épaisseur, d'abord rempli de *Caprina adversa*, puis finement gréseux et peu fossilifère. Ce banc affleure en saillie sur les couches précédentes et dessine une seconde crête vers la partie supérieure de l'escarpement.

En outre des fossiles mentionnés précédemment, on a encore cité des différentes parties du groupe cénomanienn de la Gueule d'Enfer (2):

<i>Pterocera pyrenaica</i> , Pal. fr.	<i>Pyrina inflata</i> d'Orb.
<i>Caprotina carentonensis</i> , Pal. fr.	<i>Anorthopygus Michelini</i> Cot.
<i>Ostrea bauriculata</i> , Pal. fr.	<i>Goniopygus Major</i> Ag.
<i>Hemiaster batnensis</i> Coq.	<i>Orthopsis miliaris</i> d'Arch. sp.
— <i>Toucasi</i> d'Orb.	

TURONIEN. — D'après Reynès et M. Depéret, le Ligérien ferait défaut dans la série crétacée de la Mède, et l'on verrait en ce point les calcaires blanchâtres et grumeleux de l'Angoumien à *Biradiolites cornupastoris*, reposer directement sur le banc à *Caprina adversa*.

Cependant Reynès (3) a attribué une dizaine de mètres d'épaisseur à un calcaire marneux à *Inoceramus labiatus* qui, dans le chemin de St-Pierre aux Martigues, se développerait sous le banc à *Biradiolites*, et M. Collot a montré que dans la coupe de la Mède, les *Biradiolites* sont cantonnés dans la partie supérieure des calcaires marno-noduleux précités. Il est donc à présumer que la base de cette assise, qui n'a pas encore fourni de fossiles, représente le sous-étage ligérien, très réduit et intimement soudé en cet endroit au calcaire à Rudistes de l'Angoumien.

Le calcaire à *Biradiolites cornupastoris* renferme avec cette espèce *Apricardia Toucasi*, de nombreux *Radiolites* (*R. Sauvagesi* et *R. angeoïdes*) et des *Hippurites* indéterminées.

(1) COLLOT. Loc. cit., p. 75.

(2) COLLOT. Loc. cit.

(3) B. S. G. F., 2^e Sér., t. XXI, p. 474.

Nous rencontrons ces fossiles à la surface du banc qui s'étend au milieu des bois et sur une assez grande superficie, en un plan régulièrement incliné de 45 degrés vers le nord.

La descente que nous effectuons sur ce versant rapide offre des difficultés, car les aiguilles de pins ont formé sur la roche un tapis glissant. Nous atteignons ainsi un petit col découpé par les érosions dans les parties argileuses de la base des grès d'Uchaux.

Une galerie, creusée autrefois pour la recherche des lignites, s'ouvre devant nous ; c'est le gisement de la *Charbonnière*, où j'ai trouvé de si belles empreintes végétales. Nous nous arrêtons en cet endroit pour recueillir des fossiles. L'ombre des pins et l'agrément du site nous y retiennent à déjeuner ; puis nous nous dirigeons vers l'étang de Berre où nous atteindrons d'abord les calcaires roux à *Hippurites inferus* et *Rhynchonella Cotteaui* qui, d'après nos dernières observations, semblent appartenir à la partie supérieure de l'étage turonien.

Entre cette zone et les calcaires à *Biradiolites*, nous recoupons dans son entier la formation argilo-gréseuse de la Mède qui offre de bas en haut la succession suivante :

1° Grès calcarifère jaunâtre, rempli de petites huîtres, et renfermant par places de nombreuses *Cyprina ligeriensis*, 4 à 5" (niveau de la *Trigonia scabra* sur le bord de l'étang) ;

2° Argile sableuse grossière avec cristaux de gypse, débris charbonneux et parcelles de succin (faune saumâtre : *Cardium Itierianum* Math., etc.) 1" ;

3° Argile grise ou noirâtre, feuilletée, 1". *Principal gisement des plantes turoniennes de la Mède* ;

4° Grès calcarifère roussâtre (1" à 1"50). M. Depéret a décrit plusieurs Mollusques de ce niveau : *Cassiope turonensis*, *Cerithium nodosocarinatum*, *Corbula semistriata* que l'on trouve associés à *Turritella cf. cesticulosa* Math., *Cardium Itierianum* Math., *Cyprina ligeriensis* d'Orb., *Ostrea* sp., *Anomia* sp.

Au-dessus de ce banc, se développe une masse d'une quarantaine de mètres de puissance, formée par des alternances de sable fin ferrugineux et de grès calcarifère jaune ou roux à petites huîtres.

Le coteau boisé qui s'élève au nord de la Charbonnière est entièrement constitué par ces couches, mais sur le bord de l'étang le faciès se modifie, les grès deviennent plus charbonneux et passent fréquemment à des argiles noires renfermant des empreintes de plantes et de nombreux Mollusques à test bien conservé.

D'après M. Depéret (1), l'étage angoumien comprendrait encore

(1) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XVI, p. 562.

aux environs de Martigues et au-dessus de la série gréseuse, des marnes noduleuses dures et sans fossiles, épaisses de 20^m, et recouvertes par des calcaires roux spathiques à petites huîtres (4 à 5^m, 15^m d'après M. Collot). Ce dernier banc fournit des matériaux d'empierrement dans une carrière située près du passage à niveau de la Mède.

La terrasse quaternaire des bords de l'étang de Berre masquant la suite des couches crétacées, il existe dans la coupe de M. Depéret une petite lacune correspondant aux couches intercalées entre l'assise précédente et les calcaires à *Rhynchonella Cotteaui* qui affluent sur le rivage.

En réalité l'épaisseur attribuée aux marnes noduleuses dont nous venons de parler nous semble beaucoup trop considérable, et le passage des grès d'Uchaux aux calcaires sénoniens à Rudistes s'établit par une série de calcaires roux à cassure spathique, que nous rapportons encore à l'étage turonien, contrairement à l'opinion exprimée dans ces dernières années par MM. Depéret et Collot (1).

Pour bien observer cette transition, nous descendons sur les bords mêmes de l'étang que nous ne cesserons plus de suivre jusqu'aux Martigues.

Dans ce parcours nous étudierons successivement :

1° La belle série des calcaires turoniens et sénoniens à Hippurites ;

2° Les calcaires marneux de la zone à *Lima ovata* (Sénonien supérieur) ;

3° Le groupe valdonien (Fuvélien inf^r), comprenant la zone à *Ostrea galloprovincialis* et à *Glaucônia* (*Turritella*) *Coquandi*, et les couches à *Cyrena globosa* et à *Melanopsis galloprovincialis*.

J'ai relevé banc par banc, entre le passage à niveau de la Mède et les Martigues le détail de ces formations ; mais ce travail purement stratigraphique devra être complété dans la suite par l'indication des fossiles que l'on rencontre dans les divers niveaux de cette coupe.

Voici de bas en haut la succession que l'on observe à partir des argiles turoniennes à végétaux (Voy. Pl. XIV. vue géologique des bords de l'étang de Berre) (2) :

(1) Loc. cit.

(2) Les premiers plans sont seuls représentés sur cette vue.

ANGOUMIEN (*pars*) :

- 1° (1) Argile noire à nombreuses empreintes végétales (*Sequoia*, *Sphenolepidium*, *Dicotylédones*).
 2° Calcaire concrétionné, dur, grisâtre, à surface très irrégulière 0°60
 3° Argile noire renfermant de nombreux Mollusques à test blanc bien conservé : *Turritelles*, *Cardiums*, *Avicules*, etc. 3°
 4° Calcaire gréseux fossilifère (*Turritelles*, *Trigones* rares), en lits alternant avec une argile noire à Mollusques et Végétaux. 6 à 7°
 5° Calcaire sableux, gris foncé, charbonneux. 0°50 à 0°70
 6° Grès calcaire gris (rares débris de végétaux : *Sequoia* et *Dicotylédones* 0°40
 7° Grès calcaire un peu feuilleté, gris. 0°40
 8° Grès argilo-calcaire gris, en partie concrétionné. 5°50
 9° Grès calcaire gris, tabulaire. 0°35
 Ce banc forme le dernier terme de la série gréseuse de la Mède.
 Le groupe suivant, que nous attribuons encore au Turonien, est constitué par des alternances de calcaire roux à cassure spathique et de marnes sableuses, dont voici le détail :
 10° Calcaire ferrugineux roux, un peu friable. 0°50
 11° Calcaire roux à cassure spathique ; ce banc très dur renferme de menus fossiles et en particulier des radioles de *Cidaris*. 1°20
 12° Marne sableuse jaune. 0°60
 13° Calcaire roux à cassure spathique ; menus débris de fossiles, petites *Ostrea*. 1°
 14° Marne sableuse de couleur gris foncé, renfermant quelques débris charbonneux. 1°50
 15° Calcaire roux à cassure spathique ; fossiles en débris, radioles de *Cidaris*. 2°
 16° Calcaire roux à cassure spathique. 1°
 17° Calcaire marneux 0°25
 18° Calcaire gris et jaune à cassure spathique (débris de *Cidaris*) 0°50 à 1°20
 19° Calcaire marneux gris. 1°
 20° Calcaire gris un peu friable, à menus débris de fossiles (*Polypiers*, *Bryozoaires*, *Cidaris*) 0°80

J'ai recueilli dans ce banc deux échantillons d'*Hippurites inferus* (2) ; enfin la *Rhynchonella Cotteaui* se rencontre communément à la partie inférieure de cette couche.

M. Depéret avait assimilé cette forme des Martigues à la *R. petrocoriensis* et s'était basé sur cette détermination pour attribuer au Sénonien inférieur les calcaires de la Mède qui renferment ce fossile.

(1) Les numéros en caractères gras sont ceux qui sont indiqués sur la coupe.

(2) Aucune autre couche de la série des Martigues ne nous ayant fourni ce fossile, il est probable que les *Hippurites inferus* découverts à la Mède, par M. Collot, appartiennent bien à ce gisement. (Voy. DOUVILLÉ, *Mém. Soc. Géol. Fr.*, Paléontologie, t. I, fasc. III, p. 24.

La présence dans le même banc, de l'*Hippurites inferus*, nous ayant suggéré quelques doutes sur l'exactitude de cette détermination, nous avons prié notre savant confrère d'Angoulême, M. Arnaud, de vouloir bien comparer la Rhynchonelle des Martigues avec les différents types crétacés, de sa collection des Charentes.

Il résulte de cet examen que l'espèce dont il s'agit ne saurait être confondue avec la *R. petrocoriensis* Coq. (1), dont l'échancrure et le sillon médians sont beaucoup plus accusés.

La *R. Cotteaui* décrite par M. Arnaud (2) a été recueillie à Gourd de l'Arche et retrouvée à Mouthiers (Charente), dans les marnes à *Radiolites sinuatus* du Provencien supérieur; elle est donc un peu plus ancienne que la *R. petrocoriensis* qui caractérise la base du Coniacien.

21° Marne sableuse d'un gris noirâtre et argile bleue	0°60
22° Calcaire gréseux friable, très ferrugineux, se débitant en plaquettes. Ce banc renferme des empreintes et des moulages de végétaux en hydroxyde de fer (<i>Monocotylédones</i> et <i>Conifères</i>), répondant aux descriptions données en 1864 par M. de Saporta et reproduites dans cette note	0°40
23° Calcaire roux à cassure spathique.	1 ^m
24° Marnes grises et jaunâtres	2 ^m
25° Calcaire noduleux avec parties marneuses (<i>Rhynchonella Cotteaui</i>) .	0°50
26° Calcaire dur, gris ou jaunâtre, à grain très fin et à cassure spathique.	1°00
27° Calcaire semblable au précédent, mais plus grenu, très pauvre en fossiles	0°50
28° Marne grise à nodules calcaires; Echinides nombreux mais généralement mal conservés; <i>Hemaster Verneuli</i> (3).	6 ^m
29° Calcaire roux ou jaunâtre, lité, assez dur, renfermant des Bryozoaires et de menus débris de fossiles. Ce banc termine à la Mède la série des calcaires roux qui supportent la puissante formation des calcaires à Hippurites	1 ^m
30° Calcaire gris, jaunâtre à la base, friable et noduleux par places, pauvre en fossiles (<i>Janira</i>)	1°20
31° Calcaire gris et noduleux, presque semblable au précédent, mais un peu plus marneux.	2 ^m

GROUPE DES CALCAIRES A RUDISTES

32° Calcaire gris, généralement dur, un peu marneux par places, et renfermant de nombreux Rudistes: <i>Hippurites giganteus</i> , <i>H. Requiéni</i> , <i>Radiolites Desmoulini</i> , <i>Radiolites</i> sp., généralement trisés	0°80
--	------

(1) Synopsis des fossiles des formations secondaires de la Charente.

(2) Mémoire sur la craie du Sud-Ouest. *B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. X, n° IV, pl. VIII, fig. 25-28.

(3) Nous devons à M. Cotteau la détermination de ce fossile.

- 33°** Calcaire gris à Bryozoaires (*Ceriacava irregularis* d'Orb. et *Reptomulticava* sp.); *Rhynchonella Cottcaui*; quelques débris de *Radiolites* vers la partie supérieure. 2°20
- 34°** Calcaire à Rudistes; *Hippurites Requieni*, *Radiolites Desmoulinsi*, *Radiolites* sp. 0°30
- 35°** Calcaire gris renfermant quelques moules de Mollusques: *Gastropodes*, *Mytilus* 0°30
- 36°** Calcaire à nombreux Bryozoaires, *Ceriacava irregularis* . . . 0°15 à 0°20
- 37°** Calcaire marneux friable, et irrégulièrement noduleux, de couleur gris foncé. 0°80
- 38°** Calcaire à Rudistes: *Hippurites giganteus*, *Radiolites* sp. 1°
- 39°** Calcaire un peu marneux; *Nérinées*, Bryozoaires (*Ceriacava*) et menus débris de fossiles 0°50
- 40°** Banc de Rudistes: *Hippurites giganteus*, *H. Requieni*; *Radiolites* très abondants; *R. mamillaris*, *Radiolites* sp. 1°20
- 41°** Calcaire gris à *Nérinées*; nombreux Bryozoaires (*Ceriacava*) et Polypiers 0°50
- 42°** Calcaire marneux d'un gris foncé 0°40
- 43°** Calcaire gris à Bryozoaires (*Ceriacava*) et Polypiers 0°30
- 44°** Calcaire marneux d'un gris foncé, avec Bryozoaires de grandes dimensions (*Reptomulticava*) 0°25
- 45°** Calcaire gris et jaunâtre très fossilifère: *Nerinea*, *Ostrea*, *Echinides*, *Polypiers*, Bryozoaires (*Ceriacava*), jeunes *Radiolites* 1°20
- 46°** Calcaire assez dur, gris et jaunâtre, pauvre en fossiles 1°
- 47°** Calcaire gris et jaunâtre, rocailleux, fragmentaire, peu fossilifère. 1°
- 48°** Calcaire gris, rocailleux, formant plusieurs bancs, dont quelques-uns fossilifères: *Nerinea*, *Trigonia*, *Vola*, *Cidaris*, Bryozoaires (*Ceriacava*), *Foraminifères*, *Algues calcaires* (*Lithothamnium*) 4°
- 49°** Argile sableuse grise. 0°40
- 50°** Calcaire marneux et noduleux. 0°30
- 51°** Marne sableuse d'un gris foncé 0°30
- 52°** Calcaire noduleux gris bleuâtre, renfermant quelques *Nérinées*. 0°40
- 53°** Calcaire marneux gris à *Nérinées*. 0°30
- 54°** Calcaire marneux et noduleux gris bleuâtre *Natica* 2°
- 55°** Calcaire gris bleuâtre à nombreuses *Nérinées*, *Ostrea*, *Vola* 0°50
- 56°** Calcaire gris bleuâtre. 5°
- 57°** Calcaire à Rudistes: *Hippurites giganteus*, *H. galloprovincialis*, var. (forme intermédiaire entre cette espèce et l'*H. giganteus*), *Radiolites* abondants et variés: *R. Martini*, *R. Mamillaris*, *R. Sauvagesi*, *Radiolites* sp., forme lamelleuse très surbaissée 3°
- 58°** Calcaire gris bleuâtre souvent marneux ou noduleux, formant plusieurs bancs à surface mamelonnée: quelques *Radiolites* 30°
- 59°** Calcaire à *Hippurites giganteus* et *H. socialis*. 0°50
- 60°** Calcaire compact, renfermant quelques *Radiolites*. 6°
- 61°** Calcaire à nombreux Rudistes: *Hippurites giganteus*, *H. Moulinsi*, *H. socialis*, *Radiolites mamillaris*, *R. Sauvagesi*, Bryozoaires: *Reptomulticava*. Ce banc résistant et dégagé par les érosions sur une assez grande étendue, forme une table inclinée qui s'avance en une longue pointe dans l'étang; par cette disposition assez remarquable, il pourra servir de point de repère aux géologues. 1°50

Vers la limite des couches n° 61 et 62, on observe une cassure de 0 ^m 50 à 0 ^m 60 de largeur, remplie d'argile jaune rougeâtre.	
62° Calcaire à Rudistes : <i>Radiolites mamillaris</i>	0 ^m 50
63° Calcaire compact à Foraminifères, et renfermant quelques <i>Radiolites</i> et des débris de lignite ; ce banc contient vers la base de nombreux <i>Bryozoaires</i> (<i>Ceriacava irregularis</i> , <i>Reptomulticava irregularis</i>).	6 à 8 ^m
64° Calcaire à Rudistes : <i>Hippurites socialis</i> , <i>Radiolites</i> sp.	0 ^m 30
65° Calcaire à <i>Ceriacava irregularis</i>	0 ^m 20
66° Calcaire compact, gris ; nombreux Foraminifères	1 ^m
67° Calcaire compact à Rudistes : <i>Hippurites giganteus</i> , <i>H. socialis</i> , <i>Radiolites</i>	2 ^m
68° Calcaire contenant des débris de lignite roulés.	0 ^m 50
69° Calcaire compact.	2 ^m
70° Calcaire renfermant quelques <i>Hippurites giganteus</i>	0 ^m 30
71° Calcaire à <i>Ceriacava</i>	2 ^m
72° Calcaire à Rudistes : <i>Hippurites giganteus</i> quelques <i>H. socialis</i> , <i>Radiolites</i>	0 ^m 50
73° Calcaire contenant des Rudistes très disséminés : <i>Radiolites Toucasi</i> ? nombreux <i>Bryozoaires</i> (<i>Ceriacava</i>), surtout à la base.	4 ^m
74° Calcaire à <i>Radiolites</i>	1 ^m
75° Calcaire compact ; nombreux Foraminifères.	1 ^m
76° Calcaire gris tabulaire, à Foraminifères	0 ^m 30
77° Calcaire compact.	0 ^m 60
78° Calcaire à <i>Hippurites giganteus</i> et <i>H. socialis</i> , <i>Radiolites</i>	0 ^m 30
79° Calcaire compact gris.	0 ^m 60
80° Calcaire à <i>Hippurites giganteus</i> et <i>Radiolites</i>	0 ^m 60
81° Calcaire compact, gris jaunâtre, à <i>Nérinées</i> ; quelques <i>Radiolites</i> vers la base	11 à 12 ^m
82° Banc de Rudistes : <i>Hippurites giganteus</i> , <i>H. socialis</i> , <i>Radiolites</i> et <i>Biradiolites</i>	1 ^m
83° Calcaire compact.	5 ^m
84° Calcaire à <i>Radiolites</i> et <i>Biradiolites</i>	0 ^m 30
85° Calcaire compact	2 ^m 30
86° Banc de Rudistes : <i>Hippurites socialis</i> et <i>Radiolites</i>	0 ^m 30
87° Calcaire compact, gris blanchâtre ; <i>Nérinées</i> , <i>Bryozoaires</i> , quelques <i>Radiolites</i>	8 à 9 ^m
88° Calcaire à <i>Radiolites</i>	0 ^m 10
89° Calcaire compact gris.	2 ^m 50
90° Calcaire compact très fossilifère : <i>H. giganteus</i> , <i>H. socialis</i> , <i>Radiolites mamillaris</i> , <i>R. Toucasi</i>	2 ^m
91° Calcaire compact gris bleuâtre	8 ^m
92° Banc à <i>Hippurites socialis</i> , <i>H. Moulinsi</i> et <i>Radiolites</i>	0 ^m 50
93° Calcaire compact, d'un gris clair, à Foraminifères ; quelques <i>Radiolites</i> de petite taille, <i>Bryozoaires</i> , menus débris de fossiles.	5 à 6 ^m
94° Calcaire compact à <i>Nérinées</i> et <i>Radiolites</i> ; quelques <i>Hippurites socialis</i>	1 ^m
95° Calcaire avec <i>Nérinées</i> , <i>Radiolites</i> et <i>Bryozoaires</i>	0 ^m 50
96° Calcaire compact	0 ^m 60
97° Calcaire compact, d'un gris clair ; quelques <i>Hippurites socialis</i>	0 ^m 40
98° Banc d' <i>Hippurites socialis</i> , <i>Radiolites</i> de grande taille	1 ^m 30

99° Calcaire compact, jaunâtre à la partie supérieure, gris blanchâtre à la base; ce banc renferme de petits Radiolites allongés du groupe des <i>R. lombricalis</i> d'Orb. et <i>socialis</i> d'Orb.	1°30
100° Calcaire compact à Foraminifères; <i>Radiolites</i> cf. <i>lombricalis</i> et <i>socialis</i>	0°40
101° Banc d' <i>Hippurites socialis</i>	0°30
102° Calcaire à <i>Radiolites</i>	1°30
103° Calcaire compact à <i>Nérinées</i>	2°
104° Banc de <i>Radiolites</i>	0°30
105° Calcaire compact	0°50
106° Calcaire à <i>Radiolites</i> et <i>Nérinées</i>	0°30
107° Calcaire compact	0°40
108° Calcaire noduleux; <i>Radiolites</i> et <i>Nérinées</i>	0°40
109° Calcaire compact peu fossilifère	0°50
110° Calcaire noduleux avec <i>Radiolites</i> , <i>Nérinées</i> , <i>Bryozoaires</i> (<i>Cerriocava</i>).	0°50
111° Calcaire à <i>Hippurites socialis</i> , <i>Radiolites</i> , <i>Bryozoaires</i> (<i>Cerriocava</i>)	0°45
112° Calcaire avec les mêmes <i>Bryozoaires</i>	1°50
113° Calcaire à grands <i>Radiolites</i>	0°20
114° Calcaire gris renfermant des concrétions ferrugineuses et de nombreux <i>Bryozoaires</i> (<i>Cerriocava</i>)	2°
115° Banc de <i>Radiolites</i> de petites dimensions; <i>Bryozoaires</i> abondants. Cette couche forme une minuscule presqu'île qui pourra servir de point de repère aux géologues (Voy. Pl. XIV).	0°50
116° Calcaire avec <i>Bryozoaires</i> et nombreuses <i>Nérinées</i> ; quelques petits <i>Radiolites</i> , <i>Foraminifères</i>	1°50
117° Calcaire compact, gris clair; <i>Nérinées</i> , quelques <i>Hippurites socialis</i> , <i>Bryozoaires</i>	1°20
118° Banc d' <i>Hippurites socialis</i>	0°50
119° Calcaire compact; <i>Nérinées</i> , <i>Hippurites socialis</i> disséminées	1 à 2°
120° Banc de Rudistes: <i>Hippurites socialis</i> et <i>Radiolites</i>	0°40
121° Calcaire à <i>Foraminifères</i> : <i>Dicyclina Sandbergeri</i> Mun.-Ch. <i>Nérinées</i> et <i>Bryozoaires</i>	0°50
122° Banc d' <i>Hippurites socialis</i> ; <i>Radiolites</i>	0°40
123° Calcaire compact à nombreuses <i>Nérinées</i> ; grands <i>Radiolites</i> et <i>Hippurites socialis</i> vers la base.	1°50
124° Banc de <i>Radiolites</i> généralement de petites dimensions.	1°
125° Calcaire à <i>Nérinées</i> et <i>Bryozoaires</i> ; cette couche renferme des concrétions ferrugineuses.	0°60
126° Calcaire à <i>Nérinées</i> et <i>Foraminifères</i> ; principal gisement de <i>Dicyclina Sandbergeri</i> Mun.-Ch.	1°
127° Calcaire gris à <i>Foraminifères</i> ; <i>Bryozoaires</i> et quelques <i>Radiolites</i> très petits.	1°
128° Lit de marne jaunâtre.	0°03
129° Calcaire gris à <i>Foraminifères</i> et <i>Bryozoaires</i>	1°10
130° Calcaire à <i>Hippurites socialis</i> et <i>H. Moulinsi</i> ; <i>Bryozoaires</i>	0°15
131° Calcaire gris à <i>Foraminifères</i>	0°40
132° Banc de Rudistes: <i>Hippurites Moulinsi</i> , et <i>H. socialis</i> , surtout à la base; <i>Radiolites squamosus</i> et <i>R. Sauvagesi</i>	3 à 4°
133° Calcaire à <i>Foraminifères</i> ; quelques <i>Radiolites</i> et <i>Bryozoaires</i>	0°40

134° Marne grisâtre, renfermant des morceaux de lignite et de succin. Cette couche ondulée pénètre dans les crevasses du banc sous-jacent.	0°15
135° Calcaire gris à <i>Foraminifères</i>	1°40
136° Calcaire à <i>Foraminifères</i> ; nombreux <i>Bryozoaires</i> (<i>Ceriodarya</i> et quelques <i>Radiolites</i>).	1°20
137° Calcaire compact d'un gris bleuâtre, à <i>Foraminifères</i> ; rares <i>Hippurites</i> ; petits nodules de pyrite	1°20
138° Calcaire à nombreux <i>Radiolites</i> cf. <i>R. lombricalis</i> et <i>R. socialis</i>	0°30
139° Calcaire gris à <i>Foraminifères</i>	0°45
140° Calcaire marneux jaunâtre à <i>Foraminifères</i>	0°20
141° Calcaire renfermant de nombreux <i>Radiolites</i> à la partie supérieure et à la base l' <i>Hippurites socialis</i>	1°
142° Calcaire gris bleuâtre à <i>Foraminifères</i>	0°50
143° Calcaire à <i>Radiolites</i> et <i>Hippurites socialis</i> ; <i>Bryozoaires</i>	0°50
144° Calcaire jaune et bleuâtre à <i>Foraminifères</i>	0°50
145° Banc de <i>Radiolites</i> , quelques <i>Hippurites socialis</i>	0°70
146° Calcaire gris et jaune à <i>Foraminifères</i>	3°50
147° Banc de <i>Radiolites</i> , rares <i>Hippurites socialis</i>	1°
148° Calcaire gris bleuâtre à <i>Foraminifères</i>	3°
149° Banc d' <i>Hippurites socialis</i> ; <i>Radiolites</i>	0°50
150° Calcaire bleuâtre à <i>Foraminifères</i>	6°
151° Banc d' <i>Hippurites socialis</i>	0°20
152° Calcaire jaunâtre ou gris bleu à <i>Foraminifères</i>	1°50
153° Banc d' <i>Hippurites socialis</i> ; <i>Foraminifères</i>	1°
154° Calcaire bleuâtre à surface mamelonnée; <i>Foraminifères</i> (<i>Lacazina compressa</i>); nombreuses <i>Nérinées</i> à la base	0°40
155° Marne bleue renfermant des fragments de lignite	0°40
156° Calcaire bleu à <i>Foraminifères</i> ; <i>Hippurites galloprovincialis</i> et <i>H. socialis</i> ; <i>Bryozoaires</i>	1°50
157° Calcaire à petits <i>Radiolites</i>	0°15
158° Calcaire gris bleuâtre à <i>Foraminifères</i> ; beau gisement de <i>Lacazina compressa</i>	5 à 6°
159° Banc de <i>Radiolites</i> , quelques <i>Hippurites socialis</i>	0°35
160° Calcaire gris bleuâtre renfermant quelques <i>Foraminifères</i>	1°
161° Calcaire gris bleuâtre à <i>Foraminifères</i> . La <i>Lacazina compressa</i> abonde dans cette couche	0°40
162° Lit argileux.	0°30
163° Calcaire bleuâtre à <i>Foraminifères</i> ; <i>Hippurites galloprovincialis</i> et <i>H. Moulinsi</i>	1°
164° Calcaire gris bleuâtre à <i>Foraminifères</i> ; <i>Radiolites</i> , <i>Hippurites socialis</i> , <i>Bryozoaires</i>	0°40
165° Banc d' <i>Hippurites socialis</i>	0°30
166° Calcaire noduleux.	0°15
167° Banc d' <i>Hippurites socialis</i> avec <i>H. galloprovincialis</i> et <i>Radiolites</i>	1°
168° Calcaire un peu marneux	1°
169° Calcaire à petits <i>Radiolites</i>	0°50
170° Calcaire à <i>Foraminifères</i> , <i>Radiolites</i> rares.	0°30
171° Banc de Rudistes: <i>Hippurites socialis</i> , <i>H. Moulinsi</i> et <i>H. galloprovincialis</i> , nombreux <i>Radiolites</i>	5 à 6°
171 bis. Calcaire gris	1°

172° Calcaire à petits <i>Radiolites</i>	0°60
173° Calcaire gris bleuâtre à <i>Foraminifères</i>	2 à 3°
174° Calcaire à <i>Radiolites</i>	1°20
175° Calcaire gris bleuâtre à <i>Foraminifères</i>	1°
176° Calcaire à petits <i>Radiolites</i> , <i>Nérinées</i> et <i>Bryozoaires</i> . Ce banc présente plusieurs cassures.	1°

ZONE A LIMA OVATA

177° Marne argileuse.	4°
178° Calcaire gris bleuâtre à <i>Foraminifères</i> , <i>Nérinées</i> , <i>Huitres</i> , quelques <i>Radiolites</i> , <i>Bryozoaires</i> et <i>Polypiers</i>	1°50
179° Argile et marnes très argileuses.	8°
180° Calcaire en gros nodules, dans une argile grise, nombreuses <i>Rhynchonella Eudesi</i> Coq. var.	0°30
181° Argile à <i>Ostrea Matheroni</i>	2°50
182° Calcaire argileux gris bleuâtre, très fossilifère : <i>Lima ovata</i> , <i>Tapes Martini</i> , <i>Cucullæa Orbignyi</i> , <i>Janira Mortoni</i> , <i>Pecten lævis</i> , <i>Ostrea cad. rensis</i> , <i>O. Costei</i> , <i>O. Merceyi</i> , <i>Natica Martini</i> , <i>Rostellaria provincialis</i> , <i>Foraminifères</i>	10 à 12°
183° Calcaire d'un gris bleuâtre, à <i>Foraminifères</i> , débris d' <i>Ostrea</i>	0°45
184° Argile grise.	

VALDONIEN

185° Argile grise et bleuâtre à <i>Ostrea galloprovincialis</i> (<i>O. acutirostris</i>), <i>Pinna</i> , etc.	6 à 8°
186° Argile d'un gris foncé à <i>Glauconia Coquandi</i> (<i>Turritella</i>) et <i>Cardium Itierianum</i>	0°20
187° Argile grise.	
188° Calcaire jaunâtre à <i>Melaniæ</i>	0°10
189° Lit d'argile ligniteuse.	0°30
190° Argile noirâtre à <i>Melanopsis galloprovincialis</i> , <i>M. Marticensis</i> et <i>Melania lyra</i>	
191° Argile à <i>Melanopsis galloprovincialis</i>	
192° Argile à <i>Cyrena globosa</i> et <i>Melanopsis galloprovincialis</i>	
193° Argile grise.	
194° Argile à <i>Melania</i>	
195° Argile grise.	
196° Banc argilo-gréseux jaunâtre à fossiles écrasés, <i>Melanopsis galloprovincialis</i>	0°40
197° Lit ligniteux.	
198° Argile grise à <i>Melanopsis galloprovincialis</i>	
199° Grès argilo-calcaire résistant	0°35
200° Grès argileux pétrel de fossiles écrasés : <i>Melanopsis galloprovincialis</i> et <i>Cyrènes</i>	
201° Argile grise à <i>Melanopsis galloprovincialis</i>	0°40
202° Argile grise pétrée de Mollusques écrasés, <i>Melanopsis galloprovincialis</i> , <i>Corbicula concinna</i>	0°40
203° Argile de couleur gris foncé.	

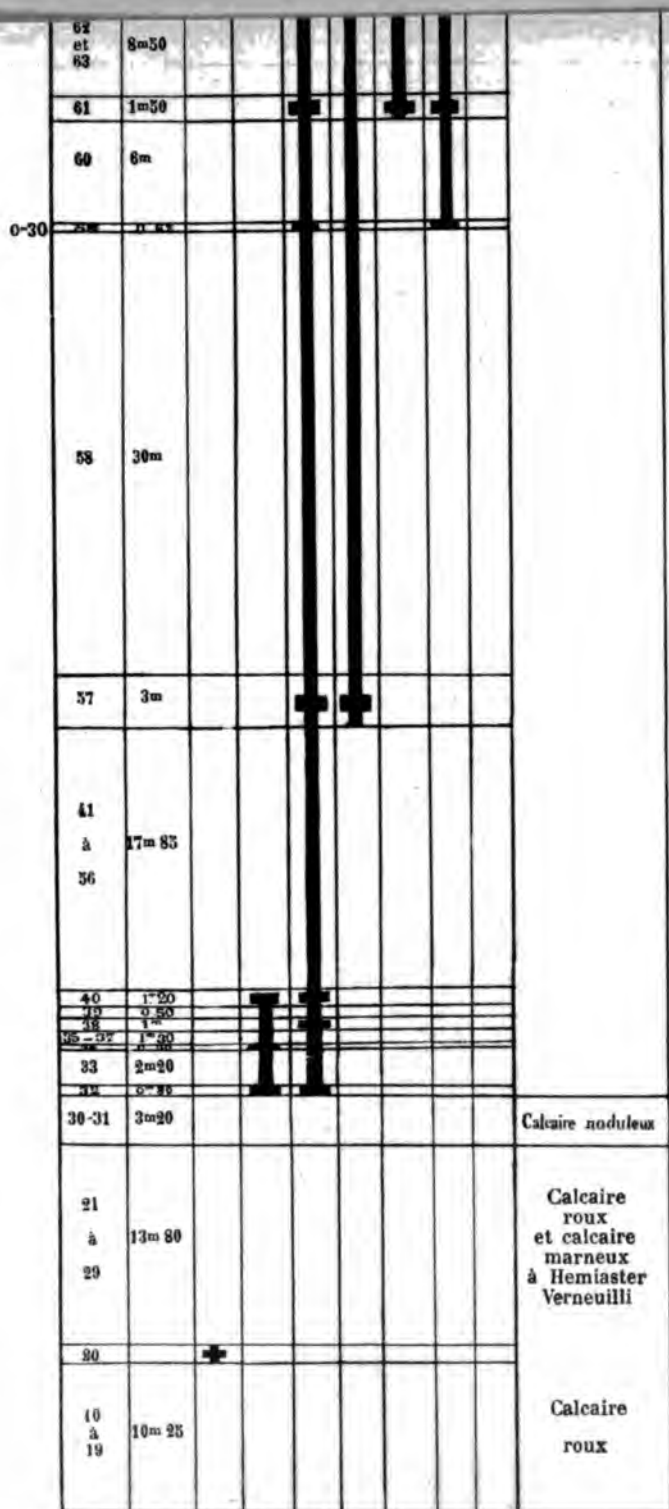
204° Grès feuilleté gris et jaunâtre; vestiges de <i>Dicotylédones</i>	0°15
205° Grès grossier tabulaire renfermant des cailloux roulés : <i>Melanopsis galloprovincialis</i> , <i>Corbicula</i>	0°40
206° Argile sableuse	1°
207° Grès grossier par places, à fossiles écrasés	0°20
208° Argile sableuse	
209° Grès à fossiles écrasés	0°10
210° Argile grise, noirâtre à la base, généralement masquée par les éboulis, visible sur	0°30
211° Grès argileux tabulaire, gris et jaune; <i>Melanopsis galloprovincialis</i> et <i>Corbicula</i>	0°05
212° Argile grise sans fossiles	0°10
213° Grès argileux tabulaire, gris et jaune. <i>Melanopsis galloprovincialis</i> et <i>Corbicula concinna</i>	0°05
214° Argile grise et jaune, sableuse et fossilifère à la base : <i>Melanopsis galloprovincialis</i> et <i>Corbicula concinna</i>	1°
215° Calcaire argilo-sableux gris et jaune, tabulaire	0°10
216° Argile grise tachée de jaune	1°30
217° Calcaire argileux à grosses tubulures	0°30
218° Argile grise, visible sur	0°30
219° Alluvions anciennes de l'étang de Berre : argile sableuse à <i>Cardium edule</i> , <i>Nassa</i> , <i>Bithynella</i> nov. sp., <i>Planorbis</i> . On trouve dans cette formation de petits cailloux de variolite provenant de l'ancien cours de la Durance (1).	
220° Alluvions caillouteuses à éléments peu roulés (calcaires secondaires et silex aptiens de la chaîne de la Nerthe).	

La succession de couches que nous venons de décrire montre que sur les bords de l'étang de Berre, entre les calcaires angoumiens à *Hemaster Verneuilli* et *Hippurites inferus* et le Sénonien supérieur de la zone à *Lima ovata*, la formation crétacée se compose de nombreuses alternances de bancs de Rudistes et de calcaires plus ou moins compacts, généralement riches en Nérinées, en Bryozoaires et en Foraminifères.

N'ayant pas encore examiné suffisamment les Radiolites et Bira-diolites de cette série, nous nous bornerons à rappeler les indications fort intéressantes déjà fournies par M. Collot au sujet de ces fossiles.

D'après notre savant confrère, le *Radiolites mamillaris* se rencontrerait dans le tiers inférieur de cette masse; les *Radiolites Moulinsi* et *Sauvagesi* sont surtout abondants dans la moitié inférieure; les *Radiolites angeoides* et *R. Toucasi*, ainsi que les *Bira-diolites acuticostatus*, *B. excavatus* et *B. angulosus* sont cantonnés

(1) La présence de cailloux de variolite sur les bords de l'étang de Berre a été signalée, pour la première fois en 1886, par M. Marion. *Mém. Acad. de Marseille*.



Echelle h. $\frac{1}{500}$



dans les 20 mètres supérieurs ; enfin le *Radiolites squamosus* ne descend guère au-dessous des deux derniers mètres.

Si nous avons dû négliger momentanément l'étude de ces fossiles, par contre, nous nous sommes particulièrement appliqué à fixer d'une manière précise la répartition des diverses espèces d'*Hippurites* dans cette remarquable série, et c'est avec la précieuse collaboration de M. Douvillé qu'il nous a été donné de faire ce travail dont voici les résultats : (Voy. le tableau synoptique ci-contre).

L'*Hippurites inferus* se montre seule, au milieu des calcaires roux angoumiens.

L'*Hippurites giganteus* apparaît ensuite, associée d'abord à l'*H. Requieni* que l'on ne rencontre que dans trois bancs et sur une faible hauteur (6^m,80).

Nous avons recueilli plus haut (n° 57) avec l'*Hippurites giganteus*, une forme établissant le passage de cette espèce à l'*H. galloprovincialis* Math. (*H. corbaricus* Douvillé) (1).

Du n° 59 au n° 61 de notre coupe, la faune s'enrichit des *Hippurites Moulinsi* et *socialis* qui se continuent jusqu'à la zone à *Lima ovata* exclusivement.

Mais tandis que l'*Hippurites Moulinsi* ne se montre qu'à de rares intervalles (n° 64, 92, 130, 131, 163, 171), l'*Hippurites socialis* existe dans 31 bancs où elle abonde et affecte souvent le mode de groupement dit en *tuyaux d'orgue*.

Jusqu'à présent l'*Hippurites giganteus* ne paraît pas avoir été rencontrée au dessus du n° 90. Enfin l'*Hippurites galloprovincialis* typique caractérise la partie supérieure de la masse, où elle se montre communément sur une vingtaine de mètres d'épaisseur.

Pour compléter le tableau qui résume ces observations, nous y avons également inscrit l'*Hippurites latus* qui n'a pas encore été recueillie sur le bord de l'étang de Berre, mais que l'on trouve, non loin des Martigues, dans les calcaires du gros Peyrôu, qui appartiennent à la zone à *Lima ovata*.

Nous ne chercherons pas à tirer de ce travail des conclusions relatives à la délimitation des étages turonien et sénonien et nous nous bornerons à constater qu'un régime unique a présidé à la formation des dépôts compris entre les calcaires roux ou marneux à *Hemiaster Verneuilli* et *Rhynchonella Cotteaui* et l'assise argilo-calcaire sénonienne qui constitue la zone à *Lima ovata*. Avant de se

(1) Ce fossile est inscrit dans le tableau ci-contre, à la colonne de l'*H. galloprovincialis*.

prononcer au sujet de la limite dont il s'agit, il est nécessaire en effet que ces données paléontologiques soient complétées par une étude approfondie des nombreux fossiles que l'on observe dans les différents horizons précités.

Après avoir examiné la belle série de couches que nous venons de décrire, la Société géologique ne pouvait traverser les Martigues sans visiter les localités si fossilifères du Gros Peyröou et du Petit Peyröou situées dans le voisinage, sur le bord de l'étang de Caronte (1).

Elle a eu l'occasion de revoir sur ces points, les calcaires sénoniens de la zone à *Lima ovata*, caractérisés par de nombreux fossiles et en particulier par l'*Hippurites latus* associée aux *Radiolites fissi-costatus* et *R. sinuatus*.

On trouve avec ces Rudistes :

Ostrea Matheroni.

Caprina Martini.

Janira Mortonii d'Orb.

Terebratulula Nanchasi Coq.

Rhynchonella Eudesi Coq., var.

Hemiaster nasutulus Sornet.

Cardiaster sp.

Bothriopygus Cotteau d'Orb.

Nucleolites minimus Agas.

Salenia scutigera Gray.

Cyphosoma subnudum Cotteau.

Goniopygus Arnaud d'Orb.

II

Excursion sur le littoral entre Marseille et Lestaque.

Le dimanche 27 septembre 1891, la Société géologique a visité la partie du littoral qui s'étend de Marseille à Lestaque, entre le bassin de radoub et la chaîne de la Nerthe. (Voir Pl. XIV, Vue et Coupe géologique des falaises tertiaires entre Marseille et la chaîne de la Nerthe). Elle a pu, dans cette excursion, examiner les formations palustres qui, dans les temps oligocènes, se sont déposées dans la dépression marseillaise correspondant aujourd'hui à la basse vallée de l'Huveaune.

Ces dépôts bien étudiés déjà par MM. Matheron, de Saporta, Marion et Collot, ont été soigneusement décrits en 1889 par notre savant confrère M. Depéret (2). Nous nous bornerons donc à rappeler brièvement les observations dont ils ont été l'objet, en

(1) La coupe de ces gisements déjà visités par la Société en 1864, fut publiée à cette époque par Reynès dans le compte-rendu de la *Réunion extraordinaire à Marseille*. B. S. G. F., 2^e Sér. ; t. XXI, p. 476 et s.

(2) *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France*, n° 3, septembre 1889.

insistant toutefois sur la constitution des falaises tertiaires que la Société géologique a eu l'occasion d'étudier.

Le bassin oligocène de Marseille est limité par deux grands plis anticlinaux formés par les terrains secondaires : au nord, le *pli de la Nerthe*, la *chaîne de l'Etoile* et le *massif du Garlaban*, au sud le *pli de Carpiagne*. Cette dépression a 27 kilomètres de longueur, de Roquevaire à Marseille, et 18 kilomètres dans sa plus grande largeur, entre Lestaque et la Madrague de Montredon.

Le substratum des sédiments tertiaires y est constitué par le Trias (Muschelkalk et Marnes irisées), le Jurassique et la plus grande partie des étages crétacés qui semblent affecter la disposition d'un grand pli synclinal dont la régularité aurait été troublée par des plissements intermédiaires.

Les couches saumâtres et lacustres du Danien ainsi que les formations éocènes si développées dans le bassin d'Aix, n'entrent pas dans la constitution de ce synclinal.

D'ailleurs, si les calcaires tertiaires se montrent parfois relevés jusqu'à la verticale, sur le pourtour du bassin de Marseille, la présence de conglomérats de rivage le long des chaînes de la Nerthe et de l'Etoile, prouve cependant que cette dépression était déjà séparée des autres bassins de la Provence à l'époque oligocène.

Les dépôts tertiaires de Marseille sont presque en totalité d'origine palustre ou fluviale ; les nombreux Potamides et Mélanies qu'ils renferment semblent bien indiquer qu'ils se sont formés dans le voisinage des eaux salées. La présence de fossiles marins dans les argiles du cap Janet indique même une faible incursion de la mer aquitanienne, à l'époque où se déposaient sur la côte de Carry des formations saumâtres et marines bien caractérisées. Le bassin de Marseille se prolonge en effet vers le port de Gignac et le littoral de Carry, où l'on retrouve des conglomérats et des argiles rougeâtres qui, par leur aspect et leur couleur, rappellent les couches de Lestaque et de Saint-Henri. Ces sédiments sont surmontés entre le Rouet et Carry par des sables et des marnes à faune saumâtre que M. Marion et plus tard M. Depéret ont justement considérés comme les dépôts d'estuaire d'un cours d'eau oligocène venant de l'Est, c'est-à-dire du bassin de Marseille.

D'après M. Depéret la série des dépôts tertiaires des environs de Marseille débute à la base par les *argiles noirâtres et lignitiformes* de Gémenos, qui renferment la *Nystia Duchasteli* Nyst., var. *crassilabrum* Math., la *Vicipara soriciniensis* Noul. et des graines de *Chara*.

Ces argiles ne se montrent au jour que dans le ravin des mines

de lignites de la Baume, un peu au nord de Gémenos et sur une étendue très limitée ; mais elles ont encore été rencontrées dans un puits de recherches foré à la Bourdonnière ; au pied de la chaîne de l'Etoile et dans les fondations de la maison de M. Aude, située dans la traverse Perrier, sur le flanc nord de la colline de Notre-Dame-de-la-Garde (1).

Cette formation représenterait l'Éocène supérieur du niveau de Gargas ou plus probablement un horizon inférieur de l'Infra-tongrien.

La deuxième assise se compose de calcaire blanc généralement bien lité, tantôt compact et marmoréen (Lestaque), ailleurs plus tendre, subcrayeux et vacuolaire (nord d'Allauch).

Cette roche se délite souvent en plaquettes d'épaisseur variable, mais dans certains cas, elle est formée de feuillets marneux extrêmement minces et comparables aux *marnes carton* d'Aix (Allauch et Gémenos). Ce niveau est dolomitique à Lestaque, et contient du gypse à St-Jean-de-Garuiet et aux Camoins ; sur le bord du bassin, au pied de la Nerthe comme au sud de l'Etoile et à Notre-Dame de la Garde, il comprend des intercalations de brèches au contact du Secondaire.

Le calcaire lacustre se présente en bordure sur presque tout le pourtour du bassin de Marseille avec un prolongement constant des couches vers le centre. Parfois même celles-ci se montrent froissées et repliées ou relevées jusqu'à la verticale. Enfin, en quelques points, notamment à la Penne et à Gastaud, l'affleurement de cette assise est interrompu par les argiles et les poudingues supérieurs qui viennent reposer transgressivement sur les calcaires secondaires.

La faune des calcaires blancs est entièrement palustre et comprend, d'après M. Depéret, les espèces suivantes (2) :

<i>Potamides rhodanicus</i> Font.	<i>Pupa</i> aff. <i>servacensis</i> Font.
— <i>elegans</i> , var. aff. <i>Pot. calcaratus</i> Gral.	<i>Vivipara soriciniensis</i> Noul.
<i>Potamides duenticus</i> Font.	<i>Cyclostoma</i> sp.
<i>Neritina aquensis</i> Math.	<i>Helix</i> sp.
<i>Nystia Duchasteli</i> Nyst, var. <i>crassilabrum</i> , Math.	<i>Limnæa</i> cf. <i>pachygaster</i> Thomæ, var. <i>tricastina</i> Font.
<i>Hydrobia Dubuissoni</i> Bouil., var. <i>aquisetana</i> Font.	<i>Planorbis polycimus</i> Font.
<i>Hydrobia Dubuissoni</i> Bouil., var. <i>felinensis</i> Sap.	<i>Sphærium plantarum</i> Sap.
	<i>Cyrena</i> aff. <i>Johannisensis</i> , Font.

(1) DEPÉRET. Loc. cit., p. 3.

(2) Loc. cit., p. 40 et 41.

J'ajouterai à cette liste :

Melanopsis acrolepta Font.
Striatella muricata Wood.

Striatella barjacensis Font.
Potamides aquensis Sap.

Les calcaires lacustres semblent bien se rapporter à l'Infra-tongrien ; ils sont surmontés par une masse puissante argilo-caillouteuse, qui se compose d'argiles pures ou sableuses rouges et jaunâtres, recouvertes de poudingues. Cette formation représenterait l'ensemble du Tongrien et de l'Aquitaniens. Elle offre à la base : 1° les argiles rouges de St-Henri qui sont activement exploitées dans cette localité ainsi qu'à St-André et à Lestaque pour la fabrication des poteries fines. Il existe dans cette assise une faune intéressante de Vertébrés dont les éléments ont été réunis au Muséum de Marseille, par les soins de M. Marion.

La liste des Mammifères de St-Henri, dressée par M. Depéret d'après les déterminations de MM. Marion et P. Gervais et les observations de M. Collot sur les *Anthracotherium* de ce gisement, comprend les espèces suivantes :

Anthracotherium Cuvieri Pomel.
A. hippoideum Rutim.
Hypopotamus borbonicus Gerv.
Rhinoceros minutus ? Gerv.
Ruminant d'un tiers moindre que le porte-musc.

Cynodictis sp.
Ilyxodon voisin de ceux de la Débruge (*H. Requiéni*) et de Rabastens (*H. brachyrhynchus*).
Rongeur voisin d'*Archæomys*.

Les argiles de St-Henri passent insensiblement à leur partie supérieure à des argiles grises ou jaunâtres généralement sableuses, associées à des bancs de grès et de poudingues. Certains lits d'argile noire ligniteuse se montrent remplis de Mollusques d'eau douce et terrestres tels que :

Helix Ramondi Brongn.
H. massiliensis Math.
Bulimus massiliensis nob.

Planorbis cornu Brongn.
Limnaea sp.
Cyclostoma hemiglyptum Font.

tandis que les poudingues qui prédominent vers le sommet de l'assise (cap Pinède, tranchée de Longchamp) n'ont jusqu'à présent fourni aucun fossile.

M. Depéret a signalé en outre la présence de Mollusques saumâtres dans les argiles du cap Janet qui appartiennent à cette formation. Les fossiles cités sont : la *Cyrena semistriata* Desh., la *Psammobia massiliensis* Dep., une petite *Hultre* et des *Potamides* indéterminés, mais j'ai reconnu dans la même couche :

Potamides plicatus Brug.
— *submargaritaceus* Braun.
Cerithium bidentatum Desf.

Lucina ornata Ag.
Corbula sp.

L'ensemble de ces formes marines, terrestres et lacustres permet ainsi d'attribuer avec certitude à l'étage aquitaniien les argiles du cap Janet et les poudingues supérieurs.

La série des assises que je viens de mentionner présente un beau développement dans les falaises situées entre Marseille et la chaîne de la Nerthe. Pour visiter cette partie du littoral, la Société géologique s'est rendue en voiture à la Madrague de la ville. Les premiers affleurements oligocènes s'observent le long du bassin de radoub et dans les escarpements du cap Pinède. Ils offrent à leur base des argiles rougeâtres bien stratifiées accompagnées de quelques lits graveleux.

Ces couches qui appartiennent peut-être à l'assise de St-Henri sont recouvertes par des argiles plus ou moins sableuses, grises ou jaunes plus rarement rougeâtres, alternant avec des bancs de grès argileux. La partie supérieure de la falaise est enfin constituée par 8 à 10 mètres de grès jaunâtre, caverneux, en bancs irréguliers, surmonté d'un poudingue à gros éléments qui forme une corniche de 8^m de hauteur. Toutes ces couches plongent régulièrement de quelques degrés vers la mer.

Les seuls fossiles rencontrés dans cette série sont l'*Helix Ramondi* et l'*H. massiliensis* qui proviennent d'un petit lit d'argile noirâtre ligniteuse situé à la base des grès jaunâtres.

La coupe du cap Pinède est éminemment propre à montrer la variabilité des sédiments aquitaniens du bassin de Marseille. C'est ainsi que sur le versant de la falaise qui regarde le bassin de radoub, on voit les grès jaunâtres passer latéralement à un poudingue et à des argiles stratifiées.

Au delà du cap Pinède, les affleurements disparaissent sous les cultures, les bois de pins et les maisons de la Madrague de la ville, mais ils se montrent de nouveau vers l'extrémité de l'anse, dans le voisinage d'une minoterie, et reprennent un beau développement dans la falaise du cap Janet. Une tranchée de 30 mètres de hauteur, livrant passage à la route du littoral, présente en cet endroit une coupe très intéressante, où l'on voit les tufs pliocènes reposer en stratification discordante sur les dépôts oligocènes (1).

Enfin c'est dans la série des argiles aquitaniennes qui affleurent dans cette falaise, que se trouve intercalé le banc à faune marine signalé par M. Depéret. La Société Géologique ayant eu l'occasion

(1) Dans ses Notes stratigraphiques sur le bassin tertiaire de Marseille, M. Depéret a analysé avec beaucoup de soin la coupe du cap Janet.

d'examiner ce niveau, je crois devoir rappeler la position qu'il occupe en indiquant la succession des couches que l'on observe de haut en bas.

Travertin pliocène et quaternaire formant une nappe de 5 à 6 m. Cette assise débute à la base par un lit rempli de cailloux roulés et présentant des cavités cylindriques où l'on reconnaît des moulages de branches et de troncs d'arbres d'assez grandes dimensions. Ces débris fossiles ainsi que les galets auxquels ils sont associés ont dû être transportés en ce point par un torrent vers la fin des temps pliocènes (horizon de la Viste à *Elephas meridionalis*). Le travertin devient bréchoïde à la partie supérieure et passe à un tuf léger et friable en empreintes de végétaux; c'est le niveau quaternaire des Ayyalades, caractérisé par la *vigne*, le *figuier* et l'*Elephas antiquus*.

Argile rougeâtre.	2"
Argile finement sableuse, grise ou jaunâtre parfois verdâtre, avec parties gréseuses plus dures.	5"
Lit de graviers	0"30
Argile noirâtre	0"20
Argile sableuse légèrement rougeâtre.	2"50
Argile noire à Mollusques terrestres généralement écrasés <i>H. massiliensis</i>	0"20
Banc argilo-gréseux assez résistant, calcaireux et blanchâtre sur 0"30 à la partie supérieure	0"70 à 0"80
Argile noire, renfermant quelques débris de Mollusques terrestres . . .	0"05
Argile grise ou jaunâtre	1"20

Vers le sud-est, on voit apparaître dans cette couche deux lits de graviers séparés par un banc de grès :

Argile noirâtre.	0"10
Argile finement sableuse, compacte et dure, grise ou jaunâtre . . .	0"60 à 0"80
Argile panachée grise, verdâtre, jaune ou rougeâtre, passant latéralement à un banc de grès et de sable.	2"70
Grès argileux, tendre et jaunâtre.	0"60
Argile rougeâtre.	2"20
Lit de cailloux roulés	0"25
Grès gris ou jaunâtre	0"30
Argile grise fossilifère renfermant :	0"50

Cyrena semistriata.

Corbula sp.

Psammobia massiliensis Dep.

Cerithium plicatum.

Lucina ornata.

Potamides submargaritaceus.

Argile rougeâtre, visible sur	5"
Poudingue	3 à 4"
Grès et argile jaunâtre.	

Les couches du cap Janet plongent dans la direction de Marseille et leur prolongement viendrait passer au-dessous de la série du cap Pinède, mais les variations de faciès que présentent ces sédiments et

l'interruption de leurs affleurements dans l'anse de la Madrague ne permettent pas d'établir avec certitude les relations qui existent entre ces deux coupes. Il est à présumer cependant que les grès supérieurs et les poudingues du cap Pinède sont postérieurs aux argiles marines précitées.

L'escarpement du cap Janet offre une faille oblique d'une très faible amplitude (0^m,60) et que l'on serait disposé tout d'abord à attribuer à un léger glissement de la falaise vers la mer, mais cet accident n'intéresse que les couches oligocènes et s'est produit par conséquent avant le dépôt du Pliocène supérieur.

Les affleurements tertiaires masqués sur une cinquantaine de mètres par les résidus de la verrerie du cap Janet reparaissent bientôt dans une falaise de 25 mètres de hauteur.

Les sédiments argilo-sableux que l'on observe en ce point sont nettement inférieurs à ceux que nous avons déjà mentionnés, mais ils appartiennent encore à l'étage aquitainien.

Ils comprennent, de haut en bas et au-dessous du travertin pliocène, les couches suivantes :

Grès tendre caverneux jaunâtre en bancs irréguliers, alternant avec des lits d'argile	12 ^m
Argile un peu ligniteuse noirâtre.	0 ^m 20
Argile rougeâtre.	0 ^m 30
Sable argileux renfermant des lits de petits graviers et de nombreuses empreintes végétales (<i>Sabal major</i> ?).	
(Cette couche, exploitée dans une sablière à quelques mètres au-dessus de la route du littoral, passe latéralement au sud à une argile grise).	
Lit discontinu d'argile grise à <i>Helix Ramondi</i> , <i>H. massiliensis</i>	0 ^m 20
Grès argileux tendre et lité, gris ou jaunâtre avec intercalations de petits graviers.	4 à 5 ^m
Argile sableuse grise à <i>Helix Ramondi</i> et <i>H. massiliensis</i>	0 ^m 20
Grès très tendre, jaunâtre.	

Après avoir longé cette falaise, la route du littoral traverse une petite vallée dont le fond est occupé par des graviers quaternaires, mais la formation oligocène reparait dans le promontoire du Saut-de-Marrot. Elle s'y montre exclusivement composée d'argile jaunâtre ou grisâtre finement sableuse, bien litée, comprenant des couches alternativement tendres et dures. Vers la base, des bancs plus grossiers, ayant résisté à l'action des flots, s'avancent dans la mer et forment des brise-lames derrière lesquels les barques de pêcheurs viennent chercher un abri.

Les couches du Saut de-Marrot plongent vers le sud-est et par conséquent sous les assises du cap Janet : quoique, jusqu'à présent,

elles n'aient offert aucun vestige de fossile, on peut, en raison de leur constitution, les rattacher à la division supérieure de l'Oligocène marseillais.

En continuant de suivre le littoral dans la direction de Lestaque, on atteint la base des sédiments aquitaniens qui deviennent plus grossiers. Entre le chemin du ruisseau de Mirabeau et St André, le talus de la route montre en effet sur 5 mètres d'épaisseur, des bancs de graviers et de grès à stratification confuse, mais ces couches viennent butter par faille contre des argiles grises et jaunes, à cent mètres environ de la première tuilerie.

Le village de St-André est situé sur les argiles rouges tongriennes qui s'étendent jusqu'à la côte et sont exploitées dans l'anse Martin. Une carrière ouverte en cet endroit, le long de la route du littoral, montre l'argile pure, rouge brique, en bancs épais et réguliers, alternant vers la partie supérieure de l'exploitation avec des lits plus calcarifères, noduleux, de 0^m,30 à 0^m,40 d'épaisseur. L'une de ces couches argilo-calcaires renferme des moules d'*Helix* malheureusement peu déterminables, mais rappelant, par leur forme globuleuse et leur ornementation, l'*H. Ramondi*.

Les poudingues reparaissent à l'est de l'anse Martin et se développent dans la falaise du cap Mourepiane où ils peuvent atteindre une vingtaine de mètres de puissance. Ils sont composés de cailloux roulés de toutes dimensions, provenant, pour la plupart, des roches calcaires et dolomitiques secondaires de la région. Cette formation, qui présente tous les caractères d'un dépôt torrentiel, comprend quelques enclaves d'argile rouge, en lits ondulés et discontinus.

L'ensemble repose sur les argiles rouges de St-Henri qui affleurent au niveau de la mer, à l'extrémité du cap et se relèvent rapidement au N. N.-O.

Ces argiles, en bancs alternativement rougeâtres ou gris clair, régulièrement stratifiées, ont été entaillées sur une vingtaine de mètres dans les exploitations de M. Roux.

Associées à quelques bancs sableux, elles continuent d'affleurer au-delà des tuileries mais sur une faible épaisseur. Elles se relèvent enfin pour constituer la colline qui porte le village de Lestaque, et par suite d'une cassure, viennent butter contre les calcaires à *Nystia*. Cet accident, connu depuis longtemps sous le nom de *faille de Saint-Antoine*, offre une direction N. 70° E. Il apparaît sur le littoral à 200^m environ à l'ouest de Lestaque, passe au nord du village et suit jusqu'à St-Antoine le pied des collines formées par les dolomies jurassiques. Dans cette région, la faille met générale-

ment en contact les argiles de St-Henri avec les dolomies, et les calcaires à *Nystia* ne se montrent plus qu'à l'état de lambeaux le long de la cassure.

Au-dessus de la plaine de Lestaque constituée par les argiles de St-Henri, les calcaires infra-tongriens dessinent un relief assez accusé au pied du massif secondaire de la Nerthe.

Tandis que cette chaîne, aux flancs dénudés et abrupts, offre vers l'entrée du tunnel un aspect vraiment sauvage et désolé avec ses ravins profonds, ses roches dressées en aiguilles, ses pins clair-semés, les calcaires oligocènes se relèvent en une série de monticules boisés, dont les formes arrondies contrastent vivement avec la silhouette découpée des dolomies jurassiques.

Sur la côte, entre la faille de St-Antoine et le ruisseau de Riaux, les calcaires à *Nystia*, plongeant au sud-est, se présentent en bancs bien réglés, peu fossilifères, alternant avec des couches de marne blanche ou verdâtre assez argileuse ; mais au-delà du ruisseau, ce faciès se modifie progressivement ; on voit apparaître, à divers niveaux dans cette assise, des conglomérats à éléments calcaires et dolomitiques peu roulés, empruntés aux terrains secondaires, et à mesure que l'on approche de la Nerthe, on constate que ces brèches augmentent de puissance et offrent des éléments de plus en plus gros ; enfin, au pied même de la chaîne, de gros blocs de dolomie enclavés dans la masse calcaire, indiquent bien que l'on se trouve au bas d'une falaise contemporaine de la formation du calcaire oligocène.

Vers l'ouest, les calcaires tertiaires sont mis en contact avec les terrains secondaires par une cassure orientée S.-O. N.-E., parallèlement à la chaîne, mais au nord de Lestaque, ils sont très ondulés et se relèvent rapidement sur les dolomies jurassiques qu'ils recouvrent par l'intermédiaire d'une brèche à gros éléments.

De semblables ondulations s'observent aussi sur la côte dans la basse falaise qui porte l'usine du Rio-Tinto et où l'on voit les calcaires oligocènes dolomitiques et bréchoïdes, froissés et repliés contre la faille de la Nerthe. Cependant, il n'y a pas contact direct en ce point entre les terrains secondaires et la formation oligocène et l'on observe, dans la cassure, un brouillage d'une trentaine de mètres d'épaisseur, où les blocs de dolomie et de calcaire lacustre sont mélangés à une argile sableuse rougeâtre.

Cette formation de remplissage est masquée à la base par un banc de sable roux argileux qui renferme des lits de cailloux anguleux irrégulièrement interstratifiés.

J'ai recueilli, au milieu de ces graviers, des coquilles de *Mytilus edulis* intentionnellement brisées et des silex taillés.

Les calcaires oligocènes de Lestaque se montrent généralement pauvres en fossiles. La falaise du Rio-Tinto offre cependant quelques lits de dolomie tegreuse d'où l'on peut extraire aisément de beaux spécimens de *Nystia Duchasteli* à test spathisé; d'autre part, un banc calcaire supérieur au précédent, présente des moules de *Potamides aquensis* Sap.; je signalerai enfin, sur les hauteurs qui dominent Lestaque, deux nouveaux gisements où j'ai recueilli des formes de Mollusques qui n'ont pas encore été signalées dans les environs de Marseille.

On trouve en effet à l'ouest et le long du mur de la propriété de M. Portail, associés d'ailleurs à la *Nystia Duchasteli*, de nombreux moules de Striatelles se rapportant au type de la *S. muricata* de l'île de Wight, ou à la variété de cette espèce désignée par Fontannes sous le nom de *S. barjacensis*, tandis que sur le sommet d'un coteau situé plus à l'ouest, un banc calcaire affleurant au milieu des bois renferme en abondance des moules de *Melanopsis acrolepta* Font.

En résumé, les dépôts tertiaires, observés par la Société Géologique dans la course de Lestaque, se rapportent uniquement à l'Oligocène et au Pliocène supérieur.

On remarquera que les sédiments inférieurs du bassin de Marseille, désignés par M. Depéret sous le nom d'*argile de Gémenos* font défaut entre le calcaire à *Nystia* et les terrains secondaires; dans la coupe précédemment décrite, cette assise ne pourrait donc se présenter que dans la partie profonde de la dépression.

D'ailleurs, la transgressivité des calcaires à *Nystia* sur les argiles de Gémenos serait constante et témoignerait, pour cette région, d'un notable changement survenu dans le régime des eaux, vers le début de la période oligocène. Quoique les argiles de Gémenos n'aient pas fourni, jusqu'à présent, des fossiles assez caractéristiques pour qu'il soit possible d'en déterminer l'âge avec précision, je suis disposé cependant à admettre avec M. Depéret que cette formation est synchronique des couches de St-Zacharie qui ont fourni, d'après M. de Saporta, une mâchoire de *Palæotherium*, et qui appartiennent soit à l'Éocène supérieur, soit à l'horizon des marnes supra-gypseuses du bassin de Paris (Infra-tongrien).

Elles correspondraient également dans le bassin d'Aix à la partie supérieure des argiles des Milles que M. Collot a figurée sur la carte géologique au 1:50,000, avec la teinte et la lettre affectées au niveau du gypse parisien. Il est vrai que, lors de la publication de la

feuille d'Aix par le Service, cette assimilation ne s'appuyait encore directement sur aucune donnée paléontologique; mais, depuis quelques années, des restes de Vertébrés ont été rencontrés par les carriers dans les argilières des Milles et notre savant collègue M. Marion a pu recueillir, parmi ces débris, une mâchoire de *Cebichorrus*. La découverte de ce fossile, généralement associé à la faune paléothérienne, viendrait donc confirmer les prévisions de M. Collot (1).

Les calcaires de Lestaque qui renferment en abondance la *Nystia Duchasteli* et le *Potamides aquensis* peuvent être considérés comme infra-tongriens et synchroniques des marnes vertes et du calcaire de Brie dans le bassin de Paris. Le *Potamides aquensis*, qui n'avait pas encore été rencontré dans les environs de Marseille, se retrouve dans le bassin d'Aix, où sa présence a été signalée par M. de Saporta à la base même de la série calcaréo-gypseuse de la montée d'Avignon (2) et sous les ruines de Fêline, au-dessus du village de St-Canadet. M. de Saporta a constaté que dans ces deux localités, le niveau du *Potamides aquensis* est immédiatement inférieur à un horizon caractérisé par les *Potamides rhodanicus* et *druenticus*; or, ces derniers fossiles existent aussi dans le bassin de Marseille, au nord d'Allauch et dans les coteaux qui dominent Lestaque.

Ces données paléontologiques me paraissent donc suffisantes pour que l'on admette que les calcaires oligocènes de Marseille constituent un équivalent non seulement des gypses d'Aix conformément à l'opinion de M. Depéret, mais encore des deux horizons inférieurs à Potamides de la montée d'Avignon.

La présence de la *Striatella muricata* dans les calcaires de Lestaque peut également donner lieu à des remarques intéressantes.

Ce fossile qui caractérise, dans l'île de Wight, les dernières couches de l'Éocène supérieur (série de Bembridge) et la base de l'Oligocène, se retrouve, d'après Fontannes, dans le Ludien du Gard à Orgnac, à Barjac et Massargues (3). D'autre part, la *Striatella barjacensis* Font. de Lestaque, si répandue dans le Ludien supérieur du Gard (Barjac, Roméjac, Celas, Issirac, etc.) montre bien que si les

(1) La partie inférieure des argiles et conglomérats des Milles est probablement synchronique des sables de Beauchamp et de la formation gypseuse du Bassin de Paris.

(2) *d* de la coupe de M. de Saporta.

(3) J'ai signalé la présence de la *Melania muricata* dans les argiles de Landéan près Fougères, où ce fossile se montre associé comme dans les calcaires de Lestaque au *Potamides elegans* et à la *Nystia Duchasteli*.

calcaires du bassin de Marseille font partie de la série oligocène, ils ne peuvent être placés qu'à la base même de cette formation.

Enfin, le *Melanopsis acrolepta* Font., qui ne me paraît être qu'une grande variété du *Melanopsis mansiana* Noul., est encore une forme de l'Eocène supérieur signalée par Fontannes à Barjac, Romejac, Celas et Issirac, mais je connais également cette espèce des calcaires infra-tongriens d'Issigeac dans le bassin de la Gironde.

Je suis d'accord avec M. Depéret pour rapporter au Tongrien les argiles rouges de St-Henri dont la faune est intermédiaire entre celle de Ronzon (Infra-Tongrien) et celle de St-Gérard (Aquitaien).

Avec les fossiles déjà mentionnés à ce niveau par notre confrère, je citerai, d'après une mâchoire inférieure, le *Rhinoceros incisivum*, espèce également rencontrée dans les mollasses tongriennes de l'Agenais et un petit *Cuinothierium* dont j'ai recueilli moi-même quelques dents. Enfin, l'on ne saurait mettre en doute l'âge aquitaien de l'assise supérieure du bassin de Marseille, constituée par les argiles sableuses et les poudingues. Cette formation est suffisamment caractérisée par l'*Helix Ramondi*, espèce des calcaires de la Beauce, de la Limagne et de l'Agenais, et par le *Cyclostoma hemiglyptum*, forme aquitanienne de Bonieux, ainsi que par les *Cerithium submargaritaceum* et *lidentatum*, que l'on trouve dans la falaise du cap Janet, associés au *Cerithium plicatum*, comme sur la côte de Carry et dans les faluns de Lariey (environs de Saucats, Gironde).

Le tableau suivant (p. 144) peut résumer nos conclusions. Il montre le synchronisme des dépôts tertiaires des bassins d'Aix et de Marseille et indique la succession des phénomènes qui se sont produits dans cette partie de la basse Provence, pendant la période oligocène.

ÉTAGES	BASSIN DE MARSEILLE			
	Assèchement du Bassin			Période d'exhaussement.
AGUTANICA	Bassin d'Aix	Conglomérats sables et argiles sablonneuses.	Retrait de la mer.	Apports torrentiels dans un estuaire.
		Calcaire de Puyricart à <i>Hydrobia</i> <i>Duboissoni</i> .	(Partie occidentale du bassin). Invasion marine de courte durée.	Partie orientale du bassin).
		Argile sableuse et conglomérats.		Maximum d'affaissement.
TOSQUINA	Lagune.	Calcaire à <i>Potamidites</i> <i>submarginaticeus</i> des Platrières, d'Agulles, de St-Canadet, du Puy Ste-Réparate Assise marno-sableuse.	Argiles de St-Henri.	Apports torrentiels.
			Lagune.	
			Extension des eaux.	Affaissement.
LÉPHRO-TOUSQUINA	Formation de la lagune Affaissement.	Calcaire à Cyrenes d'Agulles et de St-Canadet Série gypseuse d'Aix et Calcaire à Potamidites de la montée d'Avignon.	Lagune.	Extension des eaux.
				Affaissement.
Étages supérieurs ou LÉPHRO	Apports torrentiels dans un lac. Affaissement vers le nord.	Conglomérats de la montée d'Avignon et (?) argile des Milles <i>parisi</i> .	Lagune Formation de la lagune.	Affaissement.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES SUR L'ILE DE CORFOU,

par **Charles de STEFANI** (1).

Dans le but d'augmenter nos connaissances sur l'histoire géologique de la péninsule italienne et des régions qui l'environnent, j'entrepris, dans le printemps de 1893, entièrement à mes frais, un voyage aux îles Ioniennes. J'ai laissé de côté l'île de Zante, parce qu'au dernier moment, j'avais appris que d'autres géologues étaient en train d'y aller, dans le but d'étudier les tremblements de terre qui venaient de la ravager.

Je me suis borné, par conséquent, à étudier les autres îles, dont quelques-unes sont en dehors des voies de communications les plus fréquentées, et sont géologiquement peu connues.

Pour compléter mes connaissances, et toujours à mes frais, j'ai accompli plus tard, dans les mois de mars et d'avril 1894, un voyage dans la péninsule des Balkans, surtout en Dalmatie.

Parmi les îles Ioniennes, celle de Corfou a été le sujet d'études les plus importantes et les plus nombreuses, par Portlock (2), Mousson (3), Unger (4), Fuchs (5), Bittner, Neumayr (6), Lepsius; mais surtout par M. Partsch (7), dont le travail fournit un aperçu complet et un point de départ excellent pour tous les travaux sur la géologie de Corfou. Une carte géologique accompagne le mémoire de Unger et une autre, bien plus parfaite, celle de M. Partsch. Supposant n'avoir que peu de nouveau à voir, je m'arrêtai seulement quelques jours, et j'eus à m'en repentir plus tard, à mon retour, quand je n'eus plus de temps à ma disposition.

(1) Note présentée à la séance du 5 novembre 1894; manuscrit remis le 12 juillet 1894. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 5 décembre.

(2) PORTLOCK. Some remarks on the white limestone of Corfu and Vido (*Quart. Journ. of the Geol. Soc. London*, 1843), p. 87.

(3) A. MOUSSON. Ein Besuch auf Korfu und Cefalonien im September 1858, Zürich, 1859.

(4) UNGER. Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise in Griechenland und in den jonischen Inseln Wien, 1862.

(5) T. FUCHS. Die Pliocänbildungen von Zante und Corfu (*Sitzsb. d. k. Akad. d. Wiss.*, Bd. LXXV, 1877).

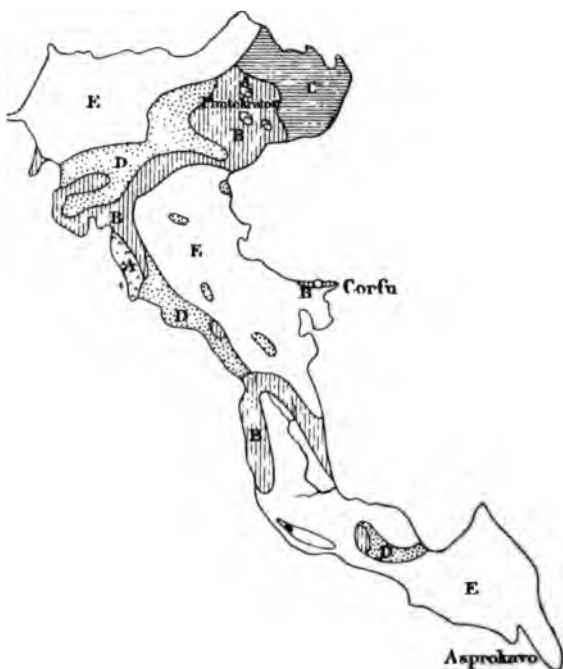
(6) M. NEUMAYR. Die geographische Verbreitung der Juraformation (*Denksch. d. math. d. k. Akad. d. Wiss.* Wien, 1883, p. 100).

(7) J. PARTSCH. Die Insel Corfu (*Ergänzungsh. 88 zu Petermann's Mittheil.* Gotha, 1887).

Voici le résumé des observations des géologues précités et notamment de M. Partsch, et celles, non tout à fait dépourvues d'importance, que j'ai pu faire moi-même.

Les roches anciennes de Corfou, différemment de celles de l'Epyre et des autres îles Ioniennes, se présentent alignées en ellipses plus ou moins régulières, isolées au milieu des terrains tertiaires supérieurs, ainsi que dans la *chaîne métallifère* de la Toscane, dans le système *Appule-gargunique* et dans plusieurs îles de la mer Egée.

Fig. 1. — Carte géologique de l'île de Corfou. — Echelle $\frac{1}{600.000}$

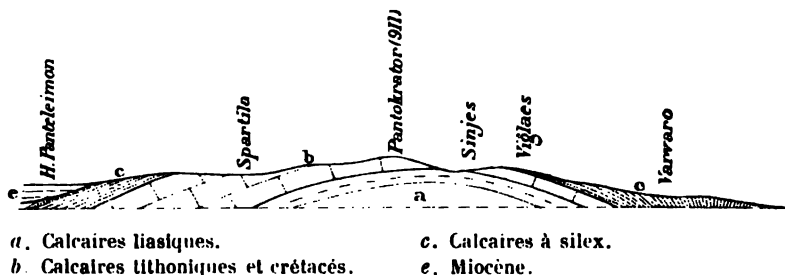


- | | |
|--|--|
| A. Calcaires liasiques. | D. Conglomérats, grès, gypses (Miocène). |
| B. Calcaires lithoniques et crétacés. | E. Sables et marnes pliocènes. |
| C. Calcaires à silex (Eocène inférieur). | |

L'ellipse principale, qui constitue à elle seule presque toute la région la plus septentrionale de l'île, est celle du Pantokrator, qui ferme le chenal nord entre Corfou et Butrinto ou Bouthroton, et qui s'élève, selon M. Partsch, à la hauteur de 914 mètres.

LIAS MOYEN. — Le terrain le plus ancien observé par M. Partsch, sur une surface très restreinte, dans les vallées plus profondes du versant oriental du Pantokrator (Voir la carte géologique ci-contre, Fig. 1), près de Sinjes et de Perithia, est un calcaire marneux gris ou jaunâtre, dont l'épaisseur ne dépasse pas quelques dizaines de mètres (Fig. 2).

Fig. 2. — Coupe de la région septentrionale de Corfou. — Echelle $\frac{1}{150,000}$



Voici la liste des espèces que M. Partsch y a découvertes et qui ont été déterminées par MM. Zittel et von Sutner :

Phylloceras cf. *Nilssoni* Heb.

Harpoceras cf. *Eseri* Opp.

des couches inférieures ;

Dactylioceras *Mortilleti* Mgh.

Harpoceras cf. *radians* Rein.

D. cf. *Desplacéi* D'Orb.

H. cf. *complanatus* Brug.

D. cf. *communis* Sow.

Phylloceras cf. *Zetes* Phill.

des couches supérieures.

M. Zittel rapporte ces dépôts au Médolo, voire aux couches intermédiaires entre le Lias moyen et le supérieur. Ils se rapprochent plus étroitement des dépôts synchroniques de l'Apennin des Abruzzes et en général de ceux de l'Italie centrale, plutôt que du Lias de la Sicile. Dans toutes la péninsule balkanique et dans les îles environnantes ce n'est qu'à Ithaque que je puis indiquer des calcaires comparables à ceux du Lias de Corfou (1).

LIAS SUPÉRIEUR. — Au-dessus, près de Sinjes, paraissent des schistes gris, nettement stratifiés, alternant avec des calcaires marneux compactes. Benza et après lui M. Partsch, ont rencontré des couches pétries de *Posidonomya Bronni* Voltz, appartenant donc,

(1) M. Philippson a trouvé une faune à Brachiopodes du Lias moyen à Kukulæas en Epyre.

ainsi que M. Zittel l'a reconnu, à la zone plus ancienne du Lias supérieur. La même roche formée des calcaires argileux grisâtres ou noirs, souvent très marneux, finement stratifiés avec des lentilles et des nœuds de silex, avec le même fossile, a été rencontrée par M. Lepsius, et signalée par Partsch, au bord de la mer, au sud du golfe de Liapades, sur la plage occidentale de l'île.

JURASSIQUE SUPÉRIEUR. — Les roches précédentes sont recouvertes par un calcaire plus ou moins cristallin, céroïde, massif, sans une stratification bien nette, blanchâtre ou jaune, souvent transformé en une roche bréchiforme, dont les divers fragments sont ressoudés par un ciment plus ou moins abondant de calcaire cristallin : cette fragmentation a lieu particulièrement dans les couches supérieures. En dépit de la texture cristalline, on découvre souvent, particulièrement sur les surfaces dès longtemps exposées à l'atmosphère, que le calcaire est constitué par des assemblages de restes organiques calcaires, qui consistent en fragments de Mollusques, en Crinoides et en Coraux.

Les rognons et les couches de silex, gris ou bleuâtre, intercalés, ne sont pas fréquents. Quelquefois, au Saprovuno, près Lavki, au N.-E. du Pantokrator, à Saint-Nicolas, et au Manduchion, près de Corfou, on peut suivre les transitions depuis le stade originel calcaire jusqu'à une dolomie nettement cristalline, sans trace de fossiles, blanche ou gris-clair, grossièrement grenue.

Ce calcaire hémicristallin, presque intermédiaire par la texture et son apparence aux calcaires, soit à *Ellipsactinia*, soit à *Hippurites*, de l'Apennin méridional et central et de la Sardaigne, et au *Biancone* ou calcaire néocomien et tithonique des Alpes orientales, est la roche la plus largement répandue dans tout le pourtour ionien-adriatique. Dans l'île de Corfou, il constitue la plus grande partie du Pantokrator (Voir Fig. 2) et une série de collines qui s'étendent à l'O. de cette montagne jusqu'au golfe de Liapades, ainsi que la presque île prochaine d'Aphiona. On le retrouve à l'E. dans la région plus élevée et plus orientale de la petite île de Vido, la Ptychia vis à vis de Corfou; peut-être même dans l'écueil des anciens *Lazzaretto*; enfin dans Corfou à la *Fortezza vecchia* (Voir plus loin Fig. 4), sur les bords de la mer (Voir plus loin Fig. 3) jusqu'au Manduchion, à Péléka (dont la colline n'est pas constituée par une roche récente, ainsi que M. Partsch le supposait), à Haios Kiriaki, près de Gasturi, et dans le cercle des basses montagnes qui entourent la partie supérieure de la vallée du Mésongi au S. des Hagi Deká. Le Mérovigli (318 m.) et le Maltaúna, près Chlomos, les sommets

plus méridionaux de l'île, sont constitués par une brèche gréseuse où les fragments anguleux de calcaire et de silex sont soudés par un ciment de grès calcarifère ; elle est considérée comme pliocène par M. Partsch. Je pense que c'est une formation coralligène identique à celles qui accompagnent les calcaires à peu près du même âge dans l'Italie méridionale et dans l'île de Corse.

Dans le plateau du Pantokrator et dans ses environs les empasieux (*Ruphistræ*) sont très nombreux ; ce sont des gouffres ou entonnoirs par lesquels s'écoulent souterrainement les eaux de pluie, phénomène si fréquent tout autour aux bassins ionien et adriatique.

Les stratifications au N. et à l'E. du Pantokrator sont quelquefois légèrement renversées au-dessus de calcaires et de couches schisteuses plus récentes, ce qui a fait croire à l'intercalation dans ces calcaires de zones de *Flysch* qui réellement ne s'y retrouvent pas.

M. Partsch a attribué au Trias les dolomies du Saprovuno, mais l'inclusion et le passage évidents aux calcaires environnants empêchent cette séparation. C'est la même dolomie qui a été indiquée dans les mêmes calcaires en Attique par M. Lepsius, dans le Péloponèse par M. Philippson, en Monténégro par M. Tietze.

Dans le calcaire de Vido, vis-à-vis de Corfou, Portlock a observé des fossiles et il a pu recueillir, par les tailleurs de pierre, des *Ammonites* mal conservées, mais voisines, selon le savant anglais, des *Planulati* de De Buch, par conséquent oolithiques, ainsi que des fragments d'Univalves et une *Terebratula* du groupe des *acutae* De Buch, voisine de la *T. pala* de l'Oolithe inférieure d'Angleterre, qu'il proposait d'appeler *T. Seatontana*, mais dont il n'a pas donné la description ni la figure.

De ces données, quoique imparfaites, il déduisait l'attribution du terrain à l'Oolithe. Plus tard, en 1876, Neumayr, en visitant rapidement la même localité, observait de nouvelles traces d'*Ammonites* et, d'après la description de Portlock, conservait le calcaire dans le Jura. J'ai vu moi-même des *Ammonites* de Vido dans quelques échantillons de pierres apportées à Corfou. M. Uzielli, qui m'accompagnait dans le voyage, m'a apporté de Peleka une petite *Terebratula*, peut-être celle indiquée par Portlock à Vido, et une *Rhynchonella*, assez commune, paraît-il, qui peut très bien être comparée à la *R. auriculata* Gemm. des couches à *Terebratula janitor* Pict. de Sicile. Enfin à Corfou, à la *Fortezza Vecchia*, j'ai vu des sections de Gastropodes, et près du restaurant de Saint-Nicolas une *Nerinea* et des *Pseudomelanii*. Des *Nérinées* ont été vues aussi

par Mousson dans le calcaire du Pantokrator, attribué par lui-même au Jurassique, à Scripero (Mousson, p. 76).

Il ne faut pas oublier, ainsi que je le disais tout d'abord, non seulement les caractères lithologiques généraux, mais jusqu'aux moindres détails de structure et de conservation des fragments fossiles, qui relient intimement ces calcaires avec les couches à *Ellipsactinia* de l'Italie, du Monténégro, de l'Albanie, et du Cheli en Grèce, qui appartiennent au Tithonique. Je rapporte donc les calcaires à cet âge, d'autant plus que dans les calcaires du même aspect, à Nauphie, en Grèce, MM. Virlet et Boblaye ont trouvé et Deshayes a déterminé (*Expédition scient. de Morée*, vol. II, p. 164; vol. III, p. 183) des *Nérinées* et des *Dicerus* attribués au Jurassique supérieur; à Cattaro et à Budua, dans la Dalmatie méridionale, M. von Hauer (*Jahrb. d. k. k. geol. Reichs*, XVIII, p. 445) y signale des *Nérinées*, qu'il affirme appartenir au type, et selon toute vraisemblance aussi à l'âge des *Strumberger-Schichten*, voire des couches à *Ellipsactinia*; et, en effet, je viens de découvrir ce dernier fossile justement dans plusieurs localités aux environs de Cattaro, dans un calcaire identique à celui de Corfou. Près de Risano, on a trouvé dans les calcaires des *Rhynchonellina* et d'autres Brachiopodes identiques à la faune du calcaire à *Terebratula janitor* et à *Ellipsactinia* de la Sicile.

Pour conclure, je suis de l'avis que les calcaires à *Nérinées*, *Rhynchonella*, *Terebratula*, Ammonites, de Vido, de Corfou, de Peleka, et probablement la plus grande partie des autres calcaires cristallins de l'île, doivent être rangés dans le Tithonique supérieur, bien que l'on n'y ait pas encore indiqué des *Ellipsactinia* ni des fossiles spécifiquement déterminés. Les conclusions de Portlock et de Neumayr seraient donc confirmées.

A Vido et à Corfou, les calcaires tithoniques sont immédiatement inférieurs aux calcaires à silex de la craie la plus supérieure ou de l'Eocène inférieur; il n'y a donc pas de formation intermédiaire: à Péleka et dans la région méridionale suivent immédiatement les terrains tertiaires supérieurs.

CRÉTACÉ. — Mais ce n'est pas seulement au Tithonique que nous devons rapporter les calcaires du Pantokrator et de la région centrale. En effet, M. Partsch a trouvé, dans la partie supérieure du côté S. du massif du Pantokrator, entre Barbati et Pyrgi, des fragments d'*Hippurites* (p. 17). Une autre *Hippurite* a été indiquée par lui près de Marmaro, dans la région centrale, dans un caillou roulé du conglomérat miocène provenant des calcaires en place environnants (p. 26). Ces fossiles attestent l'existence de la partie supé-

rieure du Crétacé, et si l'on veut croire aux analogies avec les couches turoniennes de la Grèce, de la Dalmatie et de l'Italie méridionale, il faudra rapporter au même niveau aussi les calcaires à *Hippurites* de Corfou.

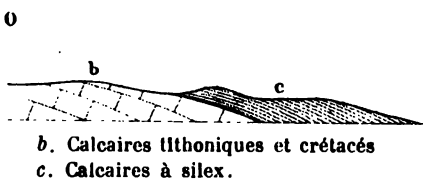
On trouve partout des traces de Coralliaires et de Mollusques indéterminables, dans ces calcaires, soit tithoniques, soit hippuritiques, et M. Uzielli m'en a rapporté jusque du sommet du Pantokrator. Je n'ai pas trouvé dans les Iles Ioniennes les calcaires urgoniens et valanginiens à *Toucasia* de Sabbioncello et des bouches de la Narente, en Dalmatie, et de l'Italie méridionale.

CALCAIRES A SILEX. — Aux calcaires massifs de l'horizon à *Hippurites* succède une série moins puissante de calcaires blancs, roses, jaunâtres, avec des taches limonitiques, très compactes. Ils se présentent en assises fines et distinctes, couvertes par des feuillets de schistes marneux jaunes et alternant avec des couches nettes et régulières de silex clair, gris ou rose.

Les fossiles macroscopiques manquent complètement, et je n'ai pu réussir à en découvrir, pas même au Cap San Sidero, où M. Partsch avait vu des écailles de poisson. Au contraire, au microscope, on voit que les calcaires sont constitués par des Globigérines et d'autres Foraminifères en général mal conservés. Dans les silex du Cap San Sidero j'ai observé des nombreux Radiolaires d'une conservation presque toujours imparfaite, qui, le plus souvent, ressortent comme des taches obscures, isolées au milieu d'une masse plus claire, constituée soit par le silex, probablement dissous à la place des Radiolaires qui auparavant remplissaient la roche, soit par le calcaire dans les lits intermédiaires entre calcaire et silex. La conservation imparfaite ne permet pas de déterminer les espèces; elles appartiennent à la famille des *Monosphaeridae* (et ce sont les plus communes) ainsi qu'aux familles des *Disphaeridae*, *Stichocyrtidae* et *Trematodiscidae*.

Ce calcaire, avec un faciès très constant, forme une ceinture presque continue autour du Pantokrator, mais il s'étend notablement du côté oriental (Voir Fig. 2). Il forme aussi la partie occidentale de l'îlot de Vido en recouvrant les calcaires massifs, et il couvre les mêmes calcaires aux Manduchion, à la forte-

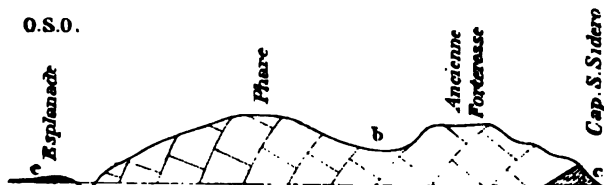
Fig. 3. — Ecueils à St-Nicolas. — Echelle $\frac{1}{10.000}$



resse de St-Abraham et à St-Nicolas, dans Corfou (Fig. 3), souvent intimement réuni par les mêmes plis aux calcaires susdits.

Parfois, à l'E. du Pantokrator et au cap *San Sidero* à Corfou (Fig. 4),

Fig. 4. — Coupe de l'Esplanade au cap San Sidero à Corfou. — Echelle $\frac{1}{10,000}$.



b. Calcaires tithoniques et crétacés ; c. Calcaires à silex ; e. Miocène.

les couches ont subi un renversement et sont inclinées plus ou moins fortement au-dessous de l'étage qui précède. A *San Sidero* l'inclinaison est de 50° au S.-E. C'est à cause de cette superposition irrégulière que M. Partsch a attribué le calcaire au Jurassique et qu'il l'a regardé comme le plus ancien des calcaires massifs ; je regrette de ne pouvoir partager cette opinion. J'ai vu qu'ordinairement, dans l'île de Corfou, quand les stratifications sont régulières, les calcaires à silex sont superposés aux calcaires tithoniques et aux calcaires à Hippurites, et qu'à Céphalonie, où il n'y a pas de renversements, et où la série des terrains est plus complète, ils sont situés entre les calcaires à *Hippurites* et les calcaires nummulitiques ; à cause de cette situation stratigraphique je ne puis les rapprocher aux calcaires à silex du Gargano, en Italie, attribués au Néocomien par la présence de la *Rhychonella peregrina*.

Par conséquent, je suis d'avis qu'ils pourraient appartenir à la partie la plus supérieure de la Craie ou plus probablement à l'Eocène inférieur. En effet dans les régions mieux connues de la péninsule des Balkans, en Dalmatie, en Bosnie, Erzégovine, Monténégro, on ne connaît pas de tels calcaires dans les couches supérieures de la Craie, mais, par contre, ils abondent sous une forme très analogue, bien que presque dépourvus de silex, dans le *Flysch* des géologues autrichiens, voire dans l'Eocène inférieur et moyen.

Ce sont les mêmes calcaires du Péloponèse que M. Philippson a appelé calcaires d'Olonos et qu'il a placés différemment de M. Partsch, dans l'Eocène supérieur, parce qu'il les a rencontrés quelquefois superposés, je crois par inversion, au *Flysch* nummulitique. Je ne crois pas non plus que cette classification soit exacte : même

sur les côtes de l'Epyre où la disposition des couches est régulière, ces calcaires à silex ont la même situation qu'à Céphalonie et à Corfou, c'est-à-dire entre l'Hippuritique et le Flysch. Les Globigérines et les Radiolaires que M. Steinmann a rencontrés dans le calcaire d'Olonos ne sont pas suffisants pour distinguer l'Eocène du Crétacé, pas plus que ceux que j'ai observés moi-même dans les calcaires et dans les silex du Cap Sidero.

Dans l'île de Corfou ces calcaires, ainsi que les autres plus anciens, sont superficiellement corrodés et altérés, et une argile rouge, dernier résidu de leur ancienne altération, les recouvre.

MIOCÈNE MOYEN. — Sur le versant N.-O. du Pantokrator l'on rencontre une formation que M. Partsch distingue sous le nom de *Flysch* et qui est constituée par des marnes schistoïdes, grises ou vertes, par des grès à gros grains nettement stratifiés, et par des calcaires marneux. Quelques renversements, d'ailleurs très peu étendus, placent ces roches, parfois, au-dessous des calcaires du Pantokrator.

On n'a pas encore rencontré de fossiles ; mais seulement des traces de lignites vers Omali et Nyphaes. Cependant, à cause des rapports très intimes que cette formation présente avec les dépôts fossilifères environnants et successifs, soit à Corfou, soit dans les autres îles Ioniennes, il se peut qu'elle appartienne au Miocène.

Tout près de ces dépôts, et d'âge plus récent, selon M. Partsch, se trouvent des marnes foncées, feuilletées, et plus souvent des conglomérats, plus ou moins grossiers, réduits quelquefois, par la réduction des grains, à de simples grès, formés par les débris et les cailloux arrachés aux calcaires et au silex primitivement sous-jacents ; on trouve même des calcaires gréseux jaunâtres, dans lesquels M. Partsch a observé près de Nyphaes, des *Clypeaster*. Des affleurements de ces roches se répètent dans la vallée de Ropa, à l'E. du Kurkuli ; elles longent le littoral occidental de Giannades à Sinarades ; paraissent dans la ville même de Corfou, entre la Citadelle et la mer, sous l'Esplanade (voir Fig. 4), vis-à-vis du Gymnase et de la Porte Raymon, tout près de laquelle le conglomérat et le grès forment aussi des écueils dans la mer. Plus au S., on les rencontre dans la vallée du Mesongi. Les conglomérats forment aussi des collines assez hautes, comme celle de Haios Georgios (392 m.), entre Giannades et Sinarades et quelques autres dans la partie plus élevée de Levkimo, c'est-à-dire du district méridional de l'île. M. Partsch a trouvé dans les grès plusieurs fossiles

(p. 20, 26, 30), qu'il fût déterminer par M. Fuchs. Sont indiqués, entre autres, au col de Ilaïos Panteleïmon :

Cardium hians Broc.
Ostrea, Pecten.

C. multenostatum Broc.

Près d'Alimatades :

Fusus, Rissaina, Trochus, Cytherea.
Cardita, Limopsis.

Lucina spinifera Mlg.
Pinna, Pecten, Ostrea.

A Marmaro et Kanakades :

Venus.
Cardium hians Broc.

Lucina spinifera Mlg.
Pectunculus, Pecten.

A Varypatades :

Natica redempta Michl.
Pectunculus, Pecten.

Lima squamosa Lck.

A Kalaphationes :

Natica, Panopaea.
Cardium hians Broc.

Arca turonica Duj.
Pecten.

A Psorarus :

Ostrea subarata May.

Pecten, Porites.

Portlock a observé des Mollusques aussi dans le calcaire gréseux de la Citadelle de Corfou ; dans la ville on trouva même des traces de lignites.

L'étude des *Pecten* et de quelques autres espèces persuadea M. Fuchs qu'il s'agit bien du terrain miocène ; il appartient à la zone laminarienne ou *helvétienne* du Miocène moyen, telle qu'on la trouve dans presque toute l'Europe méridionale. Nous verrons des faciès différents du même étage dans quelqu'autre île de la mer Ionienne.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR. — Couches gypseuses. Une grande incertitude règne encore sur la position stratigraphique de ces couches. Elles sont formées, comme dans toute la péninsule italienne, par des dépôts de gypse blanc ou gris, finement saccharoïde, ou constituées par un agrégat laminaire de gros cristaux, alternant avec des lits de marnes, de grès, de conglomérats, et associés presque toujours à un calcaire foncé, poreux, bitumineux, parfois dolomitique, très caractéristique de cet étage en Grèce et dans ses îles. Dans ces terrains, à Corfou, on n'a jamais trouvé de fossiles ; quelques septarias ou rognons calcaires existant au milieu d'argiles, que je crois de cet étage, dans la presqu'île de Fustapidima

au N. de Corfou, ont été regardés comme des os de Vertébrés par l'abbé Fortis.

M. Fuchs, et d'après lui M. Partsch, qui se fonda aussi sur l'opinion de Benza, un savant observateur sicilien du commencement de ce siècle, sont de l'avis que la formation gypseuse est superposée au Pliocène. Pourtant les faits observés font hésiter M. Partsch qui va jusqu'à supposer l'existence de deux étages gypseux (p. 31). Mousson n'hésite pas à placer les gypses à la base du Pliocène (p. 75); en effet, dans toutes les Iles Ioniennes je n'ai pu observer un seul endroit où l'on ne vérifie la parfaite exactitude de l'ancienne opinion de Mousson. Partout l'horizon gypseux est situé entre le Miocène moyen et les couches qui représentent successivement le Pliocène et le Postpliocène. Près de Katapinos, à l'O. du Pantokrator, cet horizon paraît reposer directement sur le calcaire crétacé, et ici près, à Alimatades et Kukulades sur le Miocène moyen. Cette même situation est observée dans la vallée de Ropa, près de Giannades, sur les bords de la mer, entre Giannades et Sinarades, ainsi que du côté opposé de cette région de l'île vers l'est et dans les collines plus élevées de Levkimo. Aussi, aux environs de l'Arakli, dans la partie occidentale de l'île, dans la Dîme d'Histonaei, les affleurements du gypse couvrent le Miocène moyen ou les calcaires crétacés. En général, dans toute la région septentrionale les couches gypseuses ne s'éloignent pas de la périphérie des roches anciennes et sont recouvertes plus extérieurement par le Pliocène qui s'étend beaucoup plus au loin. A Ipso, sur le rivage occidental, le gypse paraît sous les marnes pliocènes, ainsi qu'à l'est à Analipsis, près de Corfou, selon les indications de Benza rapportées par M. Partsch, près de Gastouri, à Braganiotika, dans la vallée de Mésongi. A la porte Raymonde à Corfou, selon Benza, un petit lambeau de gypse, que je n'ai pas pu voir, repose entre le Miocène moyen et le Pliocène. A Spargus, le gypse est accompagné de particules de soufre compact.

PLIOCÈNE. — Le Pliocène est représenté par des argiles bleues ou par des marnes blanchâtres plus ou moins nettement stratifiées, par des sables jaunes souvent si compacts et si solidement cimentés qu'ils servent comme pierre à bâtir et qu'ils paraissent avoir un âge bien plus ancien. Il y a aussi des conglomérats désagrégés avec petits cailloux de calcaire et de silex.

Les dépôts pliocènes jouent un rôle des plus considérables dans toute l'île, et atteignent souvent la hauteur de 100 mètres au-dessus de la mer, dans la région septentrionale au N. de la série crétacée

qui s'étend de l'Arakli au Pantokrator, et dans toute la région centrale et méridionale, exception faite à peu près de Corfou et du rivage occidental entre l'Arakli et la colline de Pavliana. A en juger par ce que l'on voit de la mer, l'écueil *Bruciato* ou Calovero, près de Vido, est aussi entièrement formé de couches pliocènes horizontales.

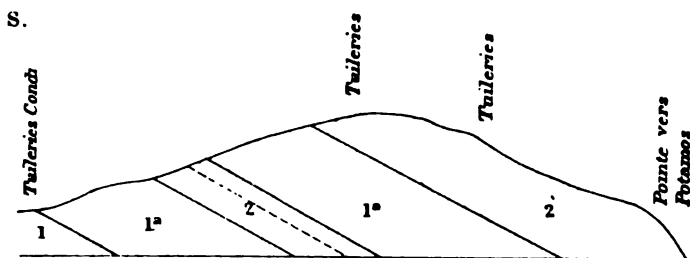
Ordinairement les strates sont fortement inclinées et tant soit peu bouleversées, circonstance qui ne se vérifie pas avec autant de fréquence dans les terrains équivalents de la péninsule italique, mais qui est plutôt générale dans les Iles Ioniennes. Cependant, comme les dépôts atteignent une grande extension et qu'ils ont été soulevés avec une considérable uniformité réciproque, il arrive souvent qu'ils enferment des vallées très amples, avec une pente extrêmement faible et des lignes de partage des eaux variables et incertaines.

Les fossiles macroscopiques, sauf quelques rares exceptions, sont très rares ou manquent tout à fait. Dans la région septentrionale, au N. du massif du Pantokrator, M. Partsch en indique dans la colline de Karusades. Dans la région centrale, ou Mezzaria, dans toutes les collines au nord de Corfou jusqu'aux calcaires du Pantokrator, les couches sont si pauvres en fossiles qu'au premier abord on ne saurait déterminer si elles sont marines ou d'eau douce. Ce n'est qu'en fissurant les plaquettes de la marne ou de l'argile qu'on découvre des fragments d'Echinides ou de Mollusques, et des *Miliona*, *Biloculina*, *Orbulina universa* d'Orb., *Globigerina bulloides* d'Orb. ou d'autres Foraminifères non littoraux qui attestent à l'évidence le faciès marin des dépôts. Dans la colline de Potamos, au N. de Corfou, au milieu des marnes blanches, inclinées vers le nord, lithologiquement identiques aux marnes de mer très profonde de l'Italie méridionale, avec les Foraminifères et les fragments d'Echinides susdits, j'ai recueilli *Ostrea cochlear* Poli, *Pecten Hoskynsi* Forbes, espèce qui vit actuellement dans les abysses de la Méditerranée et de la région atlantique lusitanienne et norvégienne, fossiles dans les marnes pliocènes de mer profonde des Calabres et de la Sicile, *P. difformis* Seg. (Seguenza, Le formazioni terziarie della Provincia di Reggio. *Atti R. Acc. d. Lincei*. Roma 1880, p. 285, Tav. XVI, fig. 45, 45^a, 45^b) fossile dans les mêmes marnes des Calabres, *Yoldia Bronni* Bellardi, très commune dans le Pliocène de mer profonde de la Ligurie et de la Toscane, en Italie.

Tout près, au Kephalo Manduchion, dans les mêmes marnes, (Fig. 5) particulièrement aux tuileries Condi, les plus proches de Corfou, j'ai trouvé des fragments d'*Ostrea cochlear* Poli, de *Pecten*

opercularis Lck., de *Trochus* et de quelqu'autre espèce toujours vivante et d'*habitat* plus littoral. Les marnes sont surmontées par 5 à 7 mètres de sables riches en morceaux roulés de bois et supérieurement en empreintes de plantes qui vaudraient bien la peine d'être recueillies patiemment et d'être étudiées, car c'est le gisement le plus méridional des phyllites pliocènes que l'on connaisse, et qui pourrait peut-être donner beaucoup de lumière sur la distribution géographique de la flore de ces temps-là. La présence de cette flore atteste aussi que les collines environnantes étaient exhaussées. Au-dessus reviennent 40 à 50 mètres d'argiles qui sont exploitées par plusieurs tuileries. La présence d'une *Drillia Allionii* Bell., ne laisse aucun doute sur l'âge pliocène des couches sous-jacentes, qui, à en juger par le peu d'espèces toutes vivantes que j'ai réunies, auraient pu être comparées au Pliocène supérieur ou Postpliocène. Sur ces argiles viennent des sables, puis encore des argiles.

Fig. 5. — Terrains pliocènes à l'ouest de Corfou sur la mer. — Echelle $\frac{1}{100}$



1. Marnes argilleuses ; 1° Argiles sableuses ; 2. Sables jaunes (Le pointillé représente la zone des phyllites).

Pareillement dans toute la presqu'île d'Analipsis, au sud de Corfou, je n'ai pas trouvé de fossiles, sauf une *Tellina strigilata* Brocc., dans les marnes bleues les plus inférieures près du cimetière grec : des nombreux fragments de *Phasianella pulla*, *Corbula gibba* Ol., et d'autres espèces indéterminables de *Rissoina*, *Cerithium* et surtout de Bivalves sont empâtés dans les sables et dans les conglomérats fins les plus récents au sommet de la butte.

M. Partsch cite trois espèces qui vivent encore dans la Méditerranée, déterminées par M. Fuchs, à Alonaki, près de la lagune de Korissia (p. 38).

Des marnes comparables, même paléontologiquement, à celles de Potamos et des régions coralliennes de l'Italie, s'étendent dans la région la plus méridionale, et accompagnées par des sables, cons-

tituent particulièrement la Dime ou commun de Levkimo, situé à l'extrémité de l'île. La pointe sud de Corfou, le Cap blanc ou Asprokavo reçoit le nom des sables blancs pliocènes. Le commun de Levkimo a fourni en divers points, à Ringlades, Anaplades, Aios Theodoros, Potami et Mélichia, d'importants gisements de fossiles étudiés par Unger et Fuchs. Ce dernier savant, dans sa soigneuse étude, indique dans les quatre premières localités, avec 24 espèces vivantes, les suivantes qui n'existent plus dans les mers actuelles.

Ringicula buccinea Desh.
Mitra pyramidella Broc.
Columbella nassoides Bell.
Nassa costulata Broc.
Typhis fistulosus Broc.
Triton apenninicum Sass.
Cancellaria Bonelli Bell.

C. lyrata Broc.
Dolichotoma cataphracta Broc.
Surcula dimidiata Broc.
Pleurotoma rotata Broc.
P. turricula Broc.
Turritella subangulata Broc.
Natica helicina Broc.

A Mélichia, entre 30 espèces, il indique les suivantes éteintes :

Ringicula buccinea Desh.
Solarium simplex Bronn.
Mitra fusiformis Broc.
Dolichotoma cataphracta Broc.
Surcula dimidiata Broc.

Pleurotoma turricula Broc.
Cytherea multilamella Lck.
Venus islandicoides Lck.
Peeten cristatus Bronn.
P. flabelliformis Broc.

Les véritables équivalents du Pliocène dans les autres régions de la Grèce sont rares ou méconnus jusqu'aujourd'hui. Je ne dois pas oublier de faire une observation indispensable pour quiconque veut entreprendre des études sur les terrains tertiaires supérieurs de la Grèce : c'est qu'il faut continuellement se méfier de l'abondance des coquilles actuelles qui, depuis l'ancienneté, ont été et sont employées partout pour amender les terres et pour drainer les vignes. Rien de plus facile de s'y méprendre, et maintes fois on a pris ces Mollusques pour des vrais représentants de la faune du terrain où ils sont enfouis. Le *Murex trunculus* Lin., le *Cerithium vulgatum* Brug. et bien d'autres espèces de grandes dimensions se trouvent partout. A ce genre de trouvaille, outre quelques fossiles indiqués par ci ou par là en Grèce, on doit rapporter les *Cerithium* trouvés par M. Bittner et plus tard par moi-même avec *Murex* et *Cardium*, et indiqués par M. Fuchs (p. 9) dans le Pliocène dépourvu de fossiles, près de la mer, entre Castrades et Analipsis, au S. de Corfou, ainsi que probablement les espèces indiquées comme vivantes, à l'exception du *Mytilus aquitanicus* Mayer, rencontrées par M. Fuchs (p. 8) sur l'argile, tout près de la porte royale de Corfou.

QUATERNAIRE. — Il nous reste, pour terminer cette courte revue des divers terrains observés dans l'île de Corfou, à dire quelques mots des dépôts formés pendant la période quaternaire, depuis la première grande émergence de l'île jusqu'à la période récente. Ces terrains comprennent des dépôts d'origines très diverses. Les dépôts d'origine marine se rencontrent en des points peu nombreux tout le long de quelque littoral, en couches horizontales échelonnées à une petite hauteur sur la mer. Ils se composent de sables ou de graviers agglutinés, gréseux, de fragments de coquilles réunis de manière à former une roche légère et facile à tailler. Cette roche, renfermant des coquilles marines appartenant à des espèces encore vivantes, a été indiquée par M. Partsch qui s'appuie aussi sur l'autorité de Benza, notamment dans la plaine de Platona, au nord de l'île et tout autour de la lagune de Korissia, à l'extrémité S.-E. C'est la même formation que les Italiens appellent *panchina*, si répandue dans toutes les plages de la Méditerranée où il y a des débris de terrains calcaires, soit même de Mollusques ; elle est évidemment constituée par la dissolution et la précipitation consécutive de la chaux carbonatée qui forme le ciment, dissoute et redissoute par les eaux des vagues plus ou moins chargées d'acide carbonique. Selon Benza, cité par M. Partsch, l'isthme même qui sépare la lagune de Kalichiopulo du golfe de Kastrades, près de Corfou, est constitué par un dépôt sableux où, à l'occasion de fouilles entreprises pendant la domination française en 1819, on ne trouva que des Mollusques vivants dans la lagune voisine. Cependant la presque île de l'ancienne Corcyre, des temps historiques, était réunie à l'île par cet isthme qui était déjà émergé.

Une autre formation importante est le calcaire travertineux qui renferme des feuilles et autres débris de plantes fossiles, et couronne la hauteur de la susdite presque île de Corcyre, aujourd'hui d'Analipsis, à peu près 70 mètres au-dessus de la mer. La formation d'un travertin à cette hauteur tout à fait isolée serait actuellement impossible : les sources qui lui ont donné origine devaient jaillir jadis au niveau de la mer ou à peu près, avant que, par le dernier exhaussement, la colline eut atteint son hauteur actuelle.

Comparaison avec les terrains des régions immédiatement voisines

Je dirai deux mots aussi des îlots qui se trouvent près de Corfou. Fanò (Fig. 6), le plus grand de ces îlots, est constitué au S.-O. par une petite ellipse de calcaire blanc, cristallin, tithonique ou crétacé

qui, dans le Mérovigli, s'élève à 390 m. selon M. Partsch, à 406 m. selon la carte topographique autrichienne. Cependant la plus grande partie de l'île est formée par des marnes bleues, par des grès pliocènes suffisamment compacts, exploités comme pierre à bâtir, et par un conglomérat quartzeux.

Fig. 6. — Ile de Fanò. — Echelle $\frac{1}{75,000}$

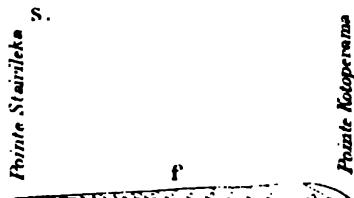


b. Calcaires tithoniques et crétacés ; f. Pliocène.

composée par les mêmes calcaires de Fanò : à mi-chemin de la côte occidentale paraît le gypse du Miocène moyen, tandis que partout ailleurs s'étendent les marnes pliocènes, ainsi que dans l'écueil occidental de Thrakia, où se trouvent aussi des conglomérats et des grès riches en Mollusques, dans l'écueil de Diaplo, entre Samothraki et Corfou, et dans l'île plus septentrionale et plus grande de

Fig. 7. — Ile de Merlera. —

Echelle $\frac{1}{75,000}$



f. — Pliocène.

Merlera (Fig. 7), anciennement Erikusa, constituées par des marnes grises et par des sables blanchâtres pliocènes, peu inclinés. A Merlera, M. Partsch (p. 23) indique aussi un tripoli qui peut appartenir au Miocène moyen. A Karavi et Kravia, écueils au sud de Samothraki, il y a des calcaires crétacés.

Paxos, au sud de Corfou, la plus petite de l'Heptanésos, avec ses voisines Antipaxos et Daskalia, est la moins connue des îles Ioniennes. On y exploite, comme pierre de construction, un calcaire organogénique, très différent de ceux de Corfou, blanc ou jaunâtre, entièrement constitué par l'assemblage de petits restes organiques.

Ce calcaire est couvert, au moins aux extrémités nord de Paxos et d'Antipaxos, par les marnes pliocènes identiques à celles de la région méridionale de Corfou. Le Scoglio tignoso et probablement aussi le récif presque submergé de la Barchetta entre le côté N.-E. de Corfou et l'Albanie sont formés par le calcaire à silex de l'Eocène.

Le territoire de l'Albanie et de l'Epyre, situé vis-à-vis de Corfou,

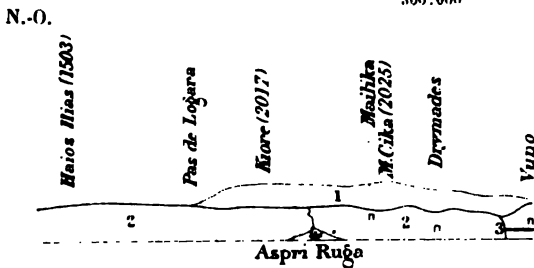
est le plus inconnu de l'Europe au point de vue géologique. Les indications très sommaires que j'en donne, en attendant un nouveau voyage que je me propose d'y faire, sont les résultats d'une inspection très rapide faite en longeant le littoral. Du Cap Linguetta qui forme la baie de Valona et le très ample bassin pliocène et post-pliocène, presque parfaitement ignoré, de Valona-Durazzo, jusqu'à Butrinto, vis-à-vis du Pantokrator de Corfou, les montagnes s'élèvent rapidement sur le littoral, échelonnées dans plusieurs séries de plis parallèles à la plage.

La série plus littorale est celle des Supoti et des monts Čika (Fig. 8), qui atteignent 2025 mètres; la série successive à l'intérieur

est constituée par les chaînes de Bac et du Platovuni qui séparent le bassin de Butrinto de la vallée du Drynos. Ces montagnes sont constituées en grande partie par des calcaires presque absolument dépourvus de végétation, ravinés profondément par les torrents, et recouverts par des puissants amas d'argile rouge qui est probablement le dernier produit de la dissolution des calcaires sous l'influence des agents atmosphériques. Ils sont identiques aux calcaires du Pantokrator, par conséquent on peut les attribuer en grande partie au Jurassique et au Crétacé: en effet, au Cap Linguetta M. Coquand a signalé des Radiolites. Ce n'est que plus au nord, dans les environs d'Avlona, que le même auteur a découvert aussi des Alvéolines, Orbitoides et Nummulites qui attestent la présence de l'Eocène.

Dans les sommets plus élevés des Monts Kiore et Čika, vers la mer, paraissent des calcaires plus anciens, plus cristallins et plus uniformes, d'une teinte un peu plus obscure, recouverts par des bois, que je suppose attribuables au Tithonique. Au bord de la mer, à l'extrémité méridionale de la susdite série littorale, au-dessus des calcaires, à Bicerni, Lukovo, Kodostovan et Spilia, affleurent des roches schisteuses, grises, comparables au *Flysch* du Pantokrator.

Fig. 8. — Vue perspective de la côte albanaise dans la région de Chimara. — Echelle $\frac{1}{300.000}$



1. Calcaires jurassiques; 2. Calcaires crétacés et éocènes; 3. Plateau de terre rouge; 4. Cône de déjection.

Enfin, près de Santi Quaranta, les Vénitiens exploitaient le tripoli qu'ils employaient dans les verreries (1); il provenait probablement du bassin tertiaire de Butrinto, des collines situées au sud de la rade. En effet, si au nord de la série montagneuse actuellement indiquée s'ouvre le grand bassin miocène, pliocène et post-pliocène de Valona, dont l'existence a été jusqu'ici à peine soupçonnée par les travaux de Coquand et de Simonelli; au sud est enfermé le petit bassin pliocène et postpliocène de Butrinto et Delvino avec ses basses collines de marnes bleues de Milia, Neochori, Mahmud-Bey, derniers affleurements du bassin pliocène de Corfou.

Des terrasses suffisamment étendues, couvertes par l'argile rouge en partie alluvionale, sont échelonnées tout le long du littoral à Mailika et spécialement à Vuno et Chimara.

L'imperfection des cartes topographiques ne permet pas d'en déterminer la série entière et complète; mais l'on peut affirmer qu'elles sont bien moins évidentes et étendues que celles de la côte tyrrhénienne des Calabres en Italie.

Je ne puis pas passer sous silence le magnifique cône de déjection des Aspri-Ruga ou Strade-biranche, le plus grandiose de tout le périmètre ionien adriatique, produit par le torrent qui, des sommets du Mont Čika, le plus élevé de la chaîne littorale, descend directement à la mer au bord de laquelle il a abandonné ses dépôts calcaires.

Au sud de Butrinto, la plage qui côtoie l'île de Corfou est bien plus entrecoupée et d'une constitution géologique moins simple. Les montagnes plus intérieures, les Stugara et les autres, au moins jusqu'aux bouches du Kalamas, sont en grande partie des calcaires grisâtres, subcristallins, lithoniques ou crétacés. Au contraire, dans les montagnes qui longent le littoral de Butrinto à la baie de Sagiada, à Smerlow et au Kalamas, dominent les calcaires nettement stratifiés, à silex, de la craie supérieure ou de l'Eocène, identiques à ceux de Corfou et de l'Olonos en Péloponèse. Ces calcaires crétacés et en partie éocènes sont ceux mêmes qui s'étendent vis-à-vis de la plage méridionale de Corfou, de Paxos, d'Antipaxos et qui forment les petites collines de Skupica et Port Valtuca, aux bouches de Kalamas et la chaîne de la baie de Goménica à l'embouchure du Glykys ou Achéron et un peu à gauche de ce fleuve jusqu'au bassin pliocène et postpliocène de Prévesa et du golfe d'Arta. Le calcaire éocène comparable à ceux de Paxos,

(1) PARTSCH, p. 23.

Leukas, Céphalonie, paraît s'étendre surtout dans les environs de Parga (Fig. 9), de la pointe d'Erimokastron au mont Pezovolos et à l'île de Saint-Nicolas, accompagné par des terrains tertiaires supérieurs, peut-être aussi pliocènes.

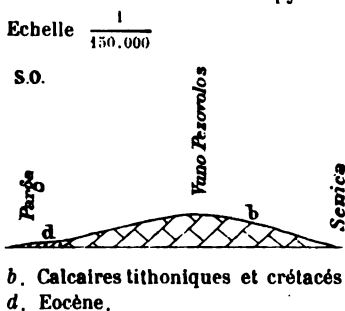
Dans le calcaire crétacé de l'île de Syvota, près de Murtus, sur le versant sud, au niveau de la mer, s'ouvrent deux cavernes, dont la plus occidentale est vraiment immense et spacieuse.

Tout le long du littoral, et toujours plus fréquentes, suivent les sinuosités et les petits bassins pliocènes qui ne sont que la continuation du grand bassin de Corfou. De pareils lambeaux, ordinairement marneux, se rencontrent dans les collines de Kastri jusque vers Grava, dans la baie de Goménica, et probablement aussi au-dessous de Plataria, dans la baie homonyme. Un gisement important existe à Splanca et à Lykuresi, sur la droite du Glykys, et avec une extension superficielle presque aussi considérable que celle du bassin de Valona, dans le territoire des Lamari au sud du Glykis, au-dessous de Rimiasa, Kastrosichia, Flamburon, jusqu'au golfe d'Arta plus au sud dans le territoire de l'Akarnanie. Même la pointe de Prevesa vis-à-vis d'Actium et toutes les collines des environs entre la mer et les torrents Luros et Oropos montrent, alternant avec des sables, des bancs de marnes bleuâtres ou jaunâtres, du Pliocène et en grande partie du Postpliocène inférieur. Les couches sont horizontales ou parfois très inclinées et déplacées. Dans le sinus d'Arpica, au nord de Parga, il y a un conglomérat calcaire horizontal qui paraît un dépôt tout à fait actuel.

Il est bien constaté, selon moi, que les golfes et les échancrures plus profondes du littoral grec albanais ont une origine très ancienne et ont été remplies dernièrement par des terrains pliocènes et postpliocènes.

En général les couches littorales des calcaires plus anciens de l'Albanie méridionale et de l'Epyre, du Cap Linguetta à Prévesa, sont disposées régulièrement, plongeant très uniformément vers le S.-O., c'est-à-dire vers la mer, si l'on fait abstraction de quelques renversements qui n'affectent qu'une surface peu considérable, à

Fig. 9. — Coupe de Parga au Margarithon sur la côte de l'Epyre. —



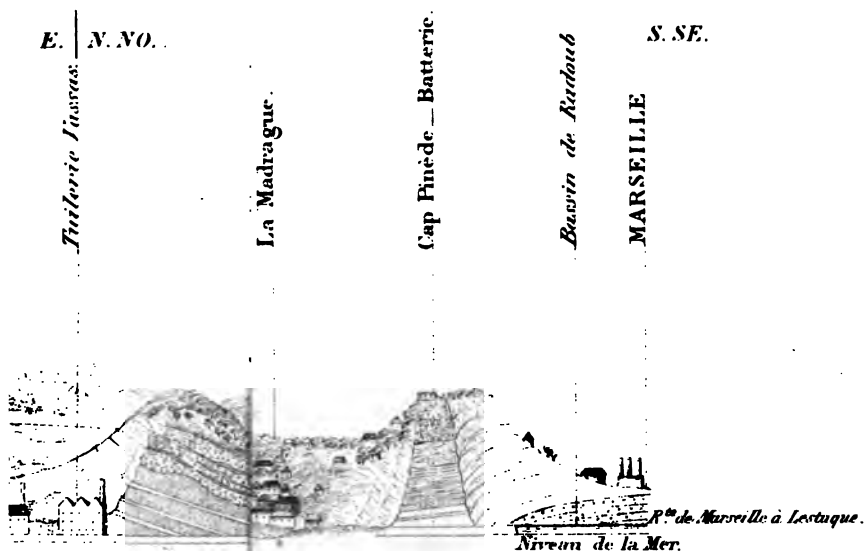
Murtus et de Plataria à Mazuraki et des plissements multiples à Janari sur le Kalamas.

Toute cette région paraît présenter une structure très simple : le parallélisme des collines intérieures entre elles et avec la plage ; le parallélisme des cours d'eaux, tels que le Devol, l'Osum, le Desnica, Janica, Vojuca, Zagoria, Drynos, Sušica, Kalèsiotikos, Longovica, Lumi-Ajus, Luros, Arta, rappelle de très près celui des cours d'eau du Jura et d'une partie de l'Apennin central, et laisse entrevoir que les chaînons de toute cette région si peu connue, située entre les mers Adriatique, Ionienne et Egée, sont constitués par des plissements plus ou moins prolongés, réguliers, dirigés à peu près du N.-O. au S.-E. Ces plissements sont la dernière continuation des Alpes Dinariques, c'est-à-dire de la zone calcaire intérieure ou péri-adriatique des Alpes (1) et vont mourir en dehors de la région que j'ai considérée, vis-à-vis des golfes d'Arta et successivement de ceux de Patras et de Corinthe, en Akarnanie et en Aetolie, sous forme de plis et d'ellipsoïdes toujours plus surbaissés et isolés.

Cet examen de la côte albanaise, quoique si superficiel, suffit à détruire trois légendes très répandues sur la structure de ce littoral : 1^o que la péninsule balkanique, de ce côté-là, fut constituée par un plateau élevé, dont les couches auraient été tout à coup interrompues du côté de la mer ; 2^o que ce littoral fut formé principalement par des terrains nummulitiques ; 3^o et qu'enfin tout le long de l'Albanie méridionale manquent les terrains tertiaires supérieurs qui y sont au contraire aussi étendus qu'en Italie.

(1) C. de STEFANI. Divisione delle montagne italiane (*Bollett. del Club Alpino it.*, 1892).

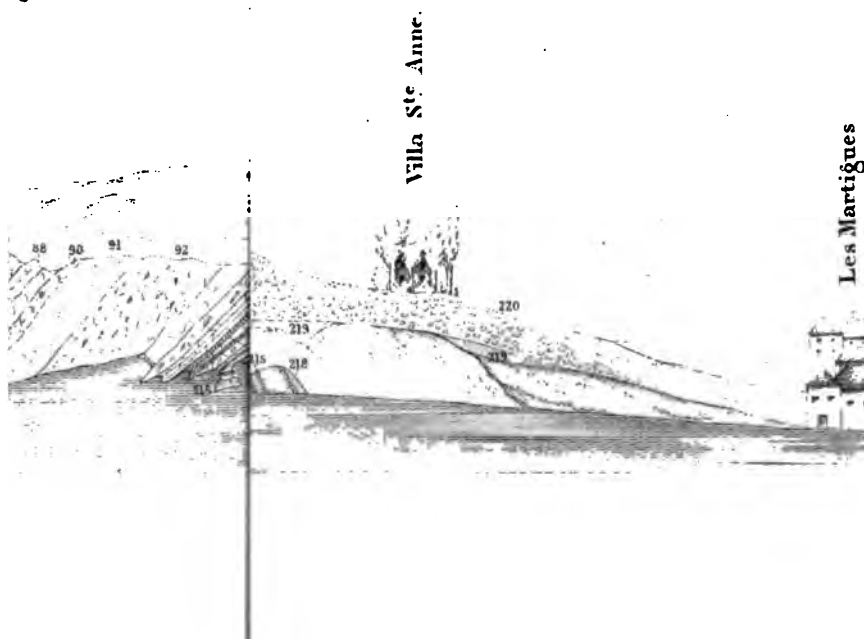
et coupe géologique



tang de Berre e

0.

ngueurs 5000¹ — haut





LES DINOSAURIENS DU TERRAIN JURASSIQUE SUPÉRIEUR DU BOULONNAIS,

par M. H. E. SAUVAGE (1).

Les Dinosauriens de la partie supérieure du terrain jurassique n'avaient pas encore été signalés en France, lorsqu'en 1863, Valenciennes indiqua la présence du genre *Mégalosaure* dans les argiles à *Ostrea deltoidea* du Cap la Hève (2); E. E. Deslongchamp faisait connaître l'espèce en 1870, sous le nom de *Megalosaurus insignis* (3).

Tel était l'état de nos connaissances sur les Dinosauriens du terrain jurassique supérieur français, lorsqu'en 1874, nous avons décrit le *Megalosaurus insignis*, d'après des dents recueillies dans le terrain portlandien de Boulogne, indiqué la présence d'un reptile du groupe de l'*Iguanodon* et fait connaître, sous le nom de *Morinosaurus typus* un Dinosaurien que nous rapprochions de l'*Ilyalosaurus* (4). Nous signalions également deux espèces appartenant aux genres *Omosaurus* et *Bothriospondylus* (5).

En 1839, C. Prevost avait présenté, lors de la réunion de la Société Géologique à Boulogne, quelques ossements de reptile provenant de la partie supérieure des terrains jurassiques du Boulonnais. H. G. Seeley, qui a examiné à nouveau ces ossements en 1880, les a rapportés à un Dinosaurien sans doute du sous-ordre des *Sauropodu* (6).

Lors de la réunion de la Société géologique à Boulogne en 1880, nous avons donné la liste des reptiles trouvés dans le terrain jurassique du Boulonnais (7) et, en 1888, nous avons étudié les reptiles

(1) Note présentée à la séance du 3 Décembre 1894. Manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 31 Décembre.

(2) C. R. Ac. Sc., 23 février 1863.

(3) LENNIER. Études géologiques et paléontologiques sur l'embouchure de la Seine, p. 35, pl. XI, fig. 7.

(4) Mém. sur les Dinosauriens et les Crocodiliens des terrains jurassiques de Boulogne-sur-Mer (*Mém. Soc. Géol.*).

(5) Sur les caractères de la faune erpétologique du Boulonnais à l'époque jurassique (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. III, p. 81).

(6) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. VIII.

(7) Synopsis des poissons et des reptiles des terrains jurassiques de Boulogne (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. VIII).

provenant de la partie supérieure du terrain portlandien de la même région (1).

Les matériaux recueillis depuis 1888 nous permettent de faire aujourd'hui une étude plus approfondie de nos reptiles du Jurassique supérieur et plus spécialement des Dinosauriens.

Ceux-ci appartiennent aux sous-ordres des Sauropodes, des Théropodes, des Ornithopodes.

De ce dernier sous-ordre nous avions indiqué le genre *Omosaurus*, d'après quelques ossements recueillis dans la partie supérieure du terrain kimméridgien; nous avons pu nous assurer depuis que la présence de ce genre dans le Jurassique de Boulogne était des plus douteux. Il n'en est pas de même pour la famille des *Iguanodontidés* qui est représentée par *Iguanodon Prestwichi* Hulke, espèce dont le type vient du Kimmeridge-Clay de Connor-Hurst, Oxfordshire; nous ne connaissons d'ailleurs de cette espèce qu'une dent recueillie dans la partie supérieure du terrain portlandien de la carrière du Mont-Rouge, près Wimille.

Le sous ordre des Théropodes est représenté dans le Jurassique supérieur de Boulogne par la famille des *Mégalosauridés*. Une vertèbre recueillie dans le terrain kimméridgien supérieur de Châtillon, couches à *Reineckia pseudomutabilis*, avait été attribuée par nous au genre *Bothriospondylus*; cette assimilation ne peut être maintenue. Quant au *Megalosaurus insignis* Desl., cette espèce a été trouvée depuis les couches boloniennes de Mont-Lambert à *Stephanoceras portlandicum* Lor., jusque dans la partie supérieure du Portlandien, à Auverghen et à Wimille; c'est à ce dernier niveau que l'espèce paraît être plus abondante. Une dent a été recueillie par M. Beaugrand dans un bloc éboulé de la falaise de Moulin Wibert, provenant probablement des couches à *Aspidoceras caletanus* Opp., de telle sorte que le *Megalosaurus insignis* se trouverait dans le Boulonnais, non-seulement dans l'étage portlandien, mais encore dans le kimméridgien moyen. Nous devons faire remarquer que la phalange du troisième doigt péronien que nous avions, en 1874, attribué au genre *Iguanodon* doit être rapportée au *Megalosaurus insignis* (2); cette espèce se trouve également dans le Wealdien, d'après M. Parent, qui a recueilli à Wimille une

(1) Sur les reptiles trouvés dans le Portlandien supérieur de Boulogne sur-Mer. B. S. G. F. — Note sur les reptiles du Portlandien supérieur de Boulogne. Bull. Soc. Acad. A. Boulogne-sur-Mer.

(2) Mem. sur les Dinosauriens et les Crocodiliens des terrains jurassiques supérieurs de Boulogne-sur-Mer. Mem. Soc. Géol. Fr., pl. I, fig. 7.

phalange unguéale longue de 0,12 (1), semblable à celle figurée par Owen (2).

C'est au sous-ordre des Sauropodes, famille des Atlantosauridées, qu'il faut rapporter le Dinosaurien que nous avons nommé *Morinosaurus typus* (3). La dent sur laquelle nous avons établi le genre provient vraisemblablement de la partie supérieure du Kimméridgien.

Nous avons décrit, en 1876, sous le nom d'*Iguanodon precursor*, n. sp. (4), une dent de Dinosaurien trouvée dans la partie supérieure de l'étage portlandien de Boulogne. Depuis, le professeur Cope, à qui nous avons montré cette dent, a cru pouvoir la rapporter au genre *Caulodon* établi par lui en 1877 pour des reptiles du terrain jurassique supérieur du Colorado (5).

De la Moussaye, ayant recueilli une dent dans les sables ferrugineux de Wimille, a établi un genre nouveau sous le nom de *Neosodon* (6). Cette dent, qui provient d'un individu âgé, est fortement abrasée au sommet et sur les côtés de la couronne, ayant été pendant longtemps en fonctionnement.

En comparant cette dent avec celle que nous avons figurée en 1876, on peut s'assurer de l'identité du *Mesodon* et du *Caulodon precursor*.

La diagnose du genre *Caulodon* est, d'après Zittel, la suivante : « dents à longues racines creuses, cylindriques et à couronne en forme de cuiller, convexes en dehors, concaves en dedans. » Ce genre est provisoirement placé par le savant paléontologiste dans la famille des *Morosauridae*, sous-ordre des *Sauropoda* (7). Lydekker a montré les affinités qui existent entre le genre *Morosaurus* et le genre *Cetiosaurus* (8).

En 1850, G. Mantell a établi un genre *Pelorosaurus* pour un humérus de reptile trouvé dans le Wealdien de Cuckfield, Sussex (9).

Seeley, en 1870, établissait le genre *Ornithopsis* (10) pour un Dinosaurien voisin de *Pelorosaurus*; ce genre, d'après Lydekker (11),

(1) Le Wealdien du Bas-Boulonnais. *An. Soc. Géol. du Nord*, t. XXI, 1883.

(2) *Rept. Weald; Paléont. Soc.* 1856, pl. X.

(3) *Mém. cit.* p. 14, pl. I, fig. 4.

(4) Notes sur les reptiles fossiles. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. IV, p. 438, pl. XII, fig. 5.

(5) *Amer. Phil. Soc.*, p. 193.

(6) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XIII, p. 31; 1885.

(7) *Traité de Paléontologie*, éd. française, t. III, p. 701; 1893.

(8) *Q. J. G. S.*, t. XLIV, p. 58 — *Cat. foss. rept. British Mus.*, t. I, p. 134; 1888.

(9) *Philos. Trans.* p. 379.

(10) *Ann. Mag. nat. hist.*, Sér. IV, t. V, p. 279.

(11) *Q. J. G. S.* t. XXVIII, p. 36; 1872.

doit comprendre les genres *Eucamerotus* Hulke (1), *Chondrosteosaurus* Owen (2), *Gigantosaurus* Seeley (3), *Ischyrosaurus* Hulke.

Lydekker admet deux espèces dans le genre, savoir : *Ornithopsis Hulkei*, Seeley, comprenant ; *Bothriospondylus magnus* Owen : *Chondrosteosaurus gigas* Owen (in parte), *Chondrosteosaurus magnus* Owen (in parte), *Ornithopsis eucamerotus* Hulke, et *Ornithopsis humerocristatus* Hulke, comprenant : *Cetiosaurus humerocristatus* Hulke, et dubitativement *Gigantosaurus megalonyx* Seeley, *Ornithopsis Leedsi* Hulke. La première de ces espèces est du terrain wealdien de l'île de Wight, la seconde du terrain kimméridgien de Weymouth, Dorsetshire, et d'Ely, Cambridgeshire.

En 1890, Lydekker a distrait l'*Ornithopsis humerocristatus* du genre *Ornithopsis* pour placer cette espèce dans le genre *Pelorosaurus* ; d'après lui « les dents trouvées dans l'étage portlandien de Boulogne et décrites par Sauvage comme *Iguanodon precursor* et postérieurement comme *Caulodon precursor*, puis par de la Mousaye sous le nom de *Neosodon*, indiquent probablement une forme étroitement alliée ou identique à celle que nous mentionnons (4) ».

Les dents de *Pelorosaurus humerocristatus* n'étant pas encore connues en Angleterre, l'assimilation faite par Lydekker est fondée sur la comparaison des dents du *Caulodon precursor* avec les dents trouvées dans l'étage wealdien du Kent, dents attribuées par Lydekker au *Pelorosaurus Conybeari* (5). Nous acceptons l'interprétation faite par le savant paléontologiste anglais et rapportons le *Caulodon precursor* au genre *Pelorosaurus* Mantell ; cette assimilation est d'autant plus justifiée que nous avons recueilli dans les couches dont proviennent les dents de *Caulodon* une vertèbre caudale en tous points comparable à celle qui a été figurée par Mantell sous le nom de *Pelorosaurus*. L'assimilation spécifique de *Pelorosaurus precursor* avec *Pelorosaurus humerocristatus* étant moins certaine, nous conserverons le nom spécifique *precursor*, donné par nous en 1876 au Dinosaurien du terrain portlandien supérieur de Boulogne. Notons que cette espèce a été également trouvée dans le Malm supérieur de Vestaria, Portugal, d'après une dent que M. P. Choffat a bien voulu soumettre à notre examen.

(1) Wealden and Purbeck Reptilia (*Pal. Soc.* 1876)

(2) Index to Aves, etc. in Cambridge Museum, p. 94 ; 1863.

(3) Q. J. G. S., t. XXX, p. 16 ; 1874.

(4) Cat. foss. reptilia British Museum, t. IV, p. 241 ; 1898

(5) Id., p. 240.

Nous avons dit plus haut que Dutertre-Delporte avait trouvé à la Poterie, près Boulogne, quelques ossements d'un reptile de très grande taille que le professeur Seeley avait rapportés à un Dinosaurien du groupe des Sauropodes ; une partie proximale de fémur est de taille vraiment grande, la circonférence de l'os atteignant 0^m60. Depuis, en 1893, M. H. Parent a signalé des ossements provenant du même reptile ; ces ossements avaient été recueillis près de Wimille, dans des sables ferrugineux que l'on doit rapporter au terrain wealdien, d'après M. Parent. Nous avons sous les yeux le moulage de la partie distale d'un tibia que M. Parent a bien voulu nous communiquer. Ce fragment indique un Dinosaurien de très grande taille, la circonférence de l'os, près de la partie articulaire n'étant pas moins, en effet, de 0^m46 ; les faces antérieure et postérieure de l'os sont aplaties dans leur ensemble, creusées vers le bord péronéen ; le bord interne est arrondi ; le bord externe est largement creusé pour loger le péroné, la partie articulaire porte des sillons, des fossettes et des crêtes extrêmement accentuées destinées à des insertions de ligaments ; quant à la face articulaire elle-même, elle présente, dans sa partie interne, un fort renflement, auquel succède une large dépression allant vers le bord péronéen. Les ossements qui ont été recueillis dans les carrières de la Poterie, au Mont-Rouge, à Auvringhem sont trop fragmentés et généralement trop roulés pour que leur étude puisse conduire à une détermination certaine.

Nous avons décrit en 1874, sous le nom de *Cetiosaurus Rigauxi*, n. sp. une vertèbre cervicale provenant des couches à ciment de l'étage kimméridgien du Portel ; nous avons reconnu depuis que cette vertèbre devait être rapportée au genre *Pliosaurus*, c'est-à-dire à un tout autre groupe.

De l'étude que nous venons de faire, il résulte que les Dinosauriens jusqu'à présent connus dans le Jurassique supérieur du Boulonnais sont les suivants :

Sous-ordre des SAUROPODES

Fam. des *Atlantosauridées*.

Morinosaurus typus Svg. — Kimméridgien supérieur ?

Pelorosaurus precursor Svg. — Portlandien supérieur de Wimille ; sables ferrugineux du Wealdien de Wimille, d'après H. Parent (Malm supérieur de Vestaria, Portugal).

Fam. des?

Dinosaurien de grande taille. — Partie supérieure du Portlandien de Wimille ; sables ferrugineux du Wealdien des carrières de la Poterie et d'Auvringhem (Wimille), d'après H. Parent.

Sous-ordre des THEROPODES

Fam. des MÉGALOSAURIDÉES

Megalosaurus insignis E. E. Desl. — Terrain kimméridgien du Moulin Wibert, couches à *Aspidoceras caletanus* ? Bolonien du Mont Lambert à *Stephanoceras portlandicum* ; Portlandien moyen, couches à *Perisphinctes boloniensis*, *Perna Bouchardi* ; partie supérieure du Portlandien de Wimille ; sables ferrugineux du terrain wealdien de Wimille (Kimméridgien du cap la Hève, couches à *Ostrea deltoidea*, Malm, de Pombel, Portugal. Étage kimméridgien du Wiltshire).

Sous-ordre des ORNITHOPODES.

Fam. des *Iguanodontidées*.

Iguanodon Prestwichi Hulke. — Partie supérieure de l'étage portlandien de Wimille (Kimmeridge-Clay de Cunnor-Hurst, Oxfordshire).

NOTE SUR LES TUF CALCAIRES DE KIFFIS
(SUNDGAU, ALSACE),

par MM. **FLICHE**, **BLEICHER** et **MIEG** (1).

L'étude des tufs calcaires, un peu délaissée jusqu'à ces dernières années, prend de plus en plus d'importance à mesure qu'on reconnaît l'intérêt qu'elle présente au point de vue de la connaissance du climat et de la répartition de la végétation forestière et arbustive pendant les temps quaternaires comparativement à la flore de l'époque actuelle.

La période quaternaire, et particulièrement celle de grand réchauffement, dite interglaciaire, a été traversée par une phase de plus grande humidité favorable à la production de sources abondantes, qui, à leur point d'émergence dans les vallées de cassure ou d'érosion des massifs calcaires, ont pu donner naissance à des dépôts de tufs d'une certaine importance. Un gisement de cette nature, le premier à notre connaissance signalé dans le Sundgau, existe dans la partie sud du massif jurassique de Ferrette, aux environs de Kiffis, dans la vallée de la Lucelle, à proximité de la ferme du Neuhaus et de la frontière suisse. Les tufs calcaires de Kiffis sont situés le long de la route qui suit la rivière de la Lucelle dans la direction du Kloesterle et de Petit Lucelle, à environ un kilomètre et demi de la scierie de la Hammerschmiede. Ils forment un escarpement de 20 à 25 mètres de hauteur sur 70 à 80 mètres de longueur au front d'abattage, qui occupe une gorge ou entaille du calcaire compact rauracien, peut-être même séquanien (2). Le ruisseau ancien dont les dépôts tuffeux ont comblé la gorge et se sont avancés jusqu'à la route, s'est peu à peu déplacé de gauche à droite, où il forme encore actuellement une petite cascade. La pyramide surmontée de pins, qui se dresse le long de la route, en avant du front d'abattage, constitue un témoin ancien de l'extension du dépôt tuffeux qui, comme nous l'avons dit, atteint environ 25 m.

(1) Note présentée à la séance du 17 Décembre 1894; manuscrit reçu le 13 Décembre. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 4 Janvier 1895.

(2) Des calcaires marneux astartiens, avec tiges d'*Apiocrinus Meriani*, se rencontrent le long de la route à une certaine distance des tufs.

d'épaisseur présentant une alternance plus ou moins irrégulière de tufs et de marne à grumeaux calcaires.

La compacité des tufs a permis de les employer autrefois comme remplissage de charpente pour la construction de maisons de paysan à Blotzheim ; aujourd'hui ils sont exploités principalement pour la décoration des jardins. Les coquilles se rencontrent à différents niveaux au milieu des tufs, mais principalement dans les niveaux supérieurs plus ou moins marneux. Nous donnons ci-dessous la liste provisoire des coquilles du tuf de Kiffis en la faisant suivre des considérations générales qu'elle comporte :

Helix sericea Drap. Assez abondante.

» *lapicida* Linn. Rare.

» (*Trigonostoma*) *obvoluta* Müll. Rare.

» *fruticum* Müll. Abondante.

» (*Arionta*) *arbustorum* Linn. Abondante.

» *nemoralis* Linn. »

» *hortensis* Müll. » , forme petite et à bandes.

» *personata* Lamk. Rare.

» (*Palula*) *rotundata* Müll. Rare.

Hyalina cellaria Müll. Abondante.

Cochlicopa (*Zua*) *lubrica* Müll. Abondante.

Bulimus (*Napæus*) *montanus* Drap. Rare.

Pupa (*Torquilla*) *secale* Drap. »

Succinea (*Neritostoma*) *putris* L. Abondante.

» *Pfeifferi* Rasm. »

» *oblonga* Drap. (var. *elongata* A. Br., *Joinvillensis* Bourg. et forme typique. Assez rare.

Clausilia sp., indét.

Cette faunule, peu riche en espèces, mais qui s'enrichira sûrement de nouveaux types par des recherches ultérieures, se rapproche beaucoup de celle des régions humides du Jura suisse voisin et de celle du Jura sundgovien. Le peu de données que nous possédons sur les coquilles des tufs de ces régions nous permet d'y reconnaître les mêmes éléments, propres à la fois aux massifs calcaires et aux stations fraîches. Nous y avons retrouvé *H.* (*Trigonostoma*) *obvoluta*, qui se rencontre également dans les tufs des environs de Birminstorf (Argovie) et de Villers-les-Nancy (Lasnez) (1). Elle ne contient que des formes actuellement existantes dans la région jurassique de Ferrette et indiquées comme abondantes dans le Jura bâlois.

L'association *H. lapicida*, *H. obvoluta*, *H. personata*, *Bulimus mon-*

(1) Note sur les tourbes et les tufs de Lasnez, près Nancy, par M. le prof. FLICHE, *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1891, p. 134.

tanus, est à noter, car ces espèces sont particulièrement signalées aux environs de Ferrette (1).

La forme d'*Helix arbustorum* des tufs de Kiffis est absolument différente de celle qui se trouve si fréquemment dans le lehm. Elle atteint 17^{mm} de hauteur sur 22 de large, ce dernier chiffre étant le maximum atteint par cette coquille d'après Sandberger (2). Elle est bien moins globuleuse et différant aussi à certains égards des exemplaires alsaciens du type actuel, elle constitue une forme assez caractéristique des tufs.

Quant à *Succinea oblonga*, elle est peut-être trop peu répandue (trois exemplaires étudiés) pour qu'on puisse baser sur elle des observations bien assises. Cependant il est à remarquer que sur trois exemplaires, deux présentent la forme *elongata* si commune dans le lehm des grandes vallées du Rhin, du Rhône, du Danube. On sait, d'après Hagenmuller (3), qu'elle vit encore aujourd'hui près des sources et eaux vives jusqu'à 1000^m d'altitude dans la partie méridionale de l'Alsace, le pays de Ferrette compris. Mais elle n'est nulle part commune et l'auteur que nous signalons ne parle pas de formes particulières qu'elle présente. D'après ce que nous savons de sa répartition en Lorraine, elle n'existe que dans les régions les plus froides et les plus humides, et les deux formes des tufs de Kiffis s'y retrouvent de nos jours (marais tourbeux de l'Ingressin et des environs de Pont-à-Mousson, Meurthe-et-Moselle).

Les tufs de Kiffis se montrent extrêmement riches en empreintes végétales. L'étude spéciale qu'en a faite l'un de nous a fourni les résultats suivants :

Tous les échantillons qui ont servi à l'étude de la végétation, dont les restes ont été conservés dans les tufs de la vallée de la Lucelle, proviennent de Kiffis, à l'exception d'un seul, appartenant au musée de Colmar ; celui-ci a été recueilli à Blauen, en amont de la première localité ; il semble d'ailleurs que la roche, à raison de son aspect, de sa structure, des empreintes qu'elle renferme, soit contemporaine dans les deux stations. Les débris végétaux ont été conservés surtout à l'état d'empreintes, quelquefois de moules : ils consistent, presque exclusivement, en feuilles, quelquefois en tiges surtout pour les Monocotylédones ; les organes de reproduction pour les végétaux cotylédones sont extrêmement rares ; il n'a été

(1) Hagenmuller dans Coq. fluv. et terr. d'Alsace. *Bull. Soc. Hist. nat. Colmar*, 1872, p. 244 et suiv.

(2) Land und Süsswasser conchylien der Vorwelt, p. 803.

(3) Coq. fluv. et t. Als., p. 242.

trouvé qu'un seul méricarpe d'Ombellifère. Très rarement on observe des restes de matière végétale. La nervation des feuilles est en général remarquablement conservée, mais ainsi qu'il arrive si fréquemment pour ce genre de fossiles dans les tufs, la feuille n'est jamais entière, bien que souvent on en trouve de très grands fragments, parfois même quoique rarement, une faible région a seule disparu.

Voici la liste de ce qui a pu être déterminé :

ACOTYLÉDONES CELLULAIRES.

Aucune espèce complètement déterminable n'a été rencontrée ; on voit seulement sur des échantillons serpenter au milieu des feuilles des filaments qu'on pourrait aussi bien rapporter à des racines qu'à des mycélium du type des Rhizomorphes, à ces derniers plutôt ; en général ces corps ne sont plus représentés que par des gaines calcaires ; un petit fragment à structure mal conservée d'ailleurs, montre que la dernière interprétation est plus probable. Ce serait quelque chose d'analogue à ce qui a été décrit, autrefois, comme espèces autonomes sous les noms de *Rh. setiformis* Roth., ou mieux *Rh. terrestris* Pers., sans que pour des organes aussi peu différenciés, et des fossiles aussi médiocres, on puisse affirmer aucune identité.

ACOTYLÉDONES VASCULAIRES.

1) *Scolopendrium officinale* Sw. — Un beau et grand fragment de fossile, portant plusieurs très belles empreintes de sores. Cette espèce, fréquemment rencontrée dans les tufs quaternaires, est une des fougères les plus répandues dans le Jura, où elle est parfois commune.

MONOCOTYLÉDONES.

Les empreintes, quelquefois les moules, de feuilles et de tiges, appartenant à cet embranchement, sont très nombreux dans les tufs que nous étudions. Tantôt ils se rencontrent avec les feuilles de Dicotylédones, c'est le cas notamment pour l'unique échantillon de Blauen ; tantôt et plus fréquemment, ils remplissent seuls ou presque seuls des morceaux plus ou moins volumineux de tufs. Ils se réfèrent certainement, d'une façon exclusive, surtout à des Cypéracées, puis à des Graminées, peut-être enfin, pour un échantillon, à une ou deux tiges ou feuilles de Joncées. Beaucoup ne sont

susceptibles d'aucune détermination ; il est visible, cependant, qu'il ne s'agit pas au moins pour la masse des espèces de Graminées ou de Cypéracées qui habitent spécialement les terrains marécageux ou le bord des eaux. Ce qui est plus complètement déterminable justifie cette première impression, puisqu'une seule empreinte se réfère à une plante franchement aquatique. Il est bien entendu, d'ailleurs, que nous ne donnons que sous réserve les déterminations qui vont suivre puisqu'elles sont faites exclusivement sur des feuilles incomplètement conservées, même dont la structure microscopique en tout cas a disparu ; ce qui, pour des organes aussi médiocrement différenciés qu'ils le sont ici, se ressemblant souvent beaucoup d'une espèce à une autre, est insuffisant. Ce qu'on peut dire toutefois, c'est que les attributions nous semblent infiniment probables.

2) *Festuca gigantea* Mill. — Un petit fragment de feuille, donnant la longueur de l'organe et gardant un peu de matière organique, paraît, à raison de ses nervures très inégales, de sa mollesse, avoir appartenu à une Graminée. Parmi celles-ci, sa forte côte médiane, aplatie, ses nervures au nombre de 16 à 17 de chaque côté de celle-ci, inégalement fortes et visibles, ses nervilles transversales marquées par une plus forte coloration due à la matière organique, sa largeur lui donnant une grande ressemblance avec les petites feuilles de l'espèce à laquelle nous rapportons cette empreinte et l'attribution, nous semble aussi certaine que le comporte le peu d'étendue du fragment de feuille. Cette espèce qui, à notre connaissance, n'a point encore été signalée dans la flore quaternaire, est commune aujourd'hui dans toute la région.

3) *Carex glauca* Scop. — De très nombreux et grands fragments de feuilles nous paraissent appartenir à cette espèce ; tantôt ils sont en empreintes, tantôt sous formes de moules, par leur côte médiane, leurs dix nervures de chaque côté de celle-ci, leur surface plane, la forme des extrémités du limbe, leur largeur de six millimètres, ils ressemblent complètement aux mêmes organes chez le *C. glauca* vivant. Il convient cependant de faire observer que d'autres *Carex*, les *C. Goodenovii* et le *C. panicea* ont des feuilles qui ressemblent beaucoup sous ces divers rapports, cependant quelques légères différences soit de taille, soit de forme de la nervure médiane, soit de saillie des latérales, les en distinguent et en définitive notre attribution des feuilles fossiles nous paraît exacte. Le *C. glauca* a déjà été signalé par l'un de nous dans les tufs quaternaires de Resson (1), où il est peu abondant, ici, au contraire, il l'est à un

(1) B. S. G. F., 3^e Sér., tome XII, 1883.

haut degré. Il est commun dans toute la région jurassienne surtout sur les sols frais.

4) *C. riparia* Curtis. — Un seul échantillon porte de nombreux débris de feuilles d'un grand *Carex*, par leur taille, leurs plis longitudinaux; leurs nervures parfois inégales, elles paraissent devoir être légitimement rapportées à cette espèce non encore signalée dans les tufs quaternaires, mais très commune aujourd'hui au bord des eaux dans toute la région.

DICOTYLÉDONES

5) *Salix incana* Schrank. — Les feuilles de ce saule sont, avec celles de l'érable sycomore, à peu près au même titre, de beaucoup les plus communes dans les tufs de Kiffis, et on les retrouve sur l'unique échantillon de Blauen. De nombreux échantillons de la première localité en sont remplis et on la rencontre çà et là sur d'autres. Une seule espèce pourrait donner des empreintes à peu près semblables, mais l'étroitesse des feuilles, leur consistance un peu coriace, la très grande prédominance de la nervure médiane, les nervures secondaires fortement accusées forment un réseau un peu irrégulier, la forme de la base du limbe montre de la façon la plus certaine que l'attribution au *S. incana* est légitime; les nervures secondaires sont en général un peu plus redressées que chez le type, mais il y a, sous ce rapport, d'assez grandes variations chez l'espèce; des échantillons, soit des bords du Rhin, en Alsace, soit de Pontarlier, ressemblent complètement aux empreintes de Kiffis. Il y a aussi pour ces derniers, de même que chez le vivant, des différences de taille assez sensibles. Le *S. incana* n'a été signalé jusqu'à présent, à l'état fossile, que par M. l'abbé Boulay, dans les tufs quaternaires de la vallée de la Vis. Sa présence dans l'Hérault et dans la vallée de la Lucelle semble montrer qu'il avait, à l'époque quaternaire, une distribution fort analogue à celle que nous avons sous les yeux, puisqu'il est encore commun à la fois, au pied des Cévennes dans l'Hérault et sur un grand nombre de points du Jura jusque dans la partie nord de la chaîne.

6) *Salix pentandra* L. ? — Un très grand fragment médian de feuille paraît appartenir à cette espèce, à raison de la taille de l'organe, de la force relative de la nervure médiane et des secondaires, de l'écartement et de la courbure de celles-ci, de la forme des quelques très rares nervures interstitielles qu'on aperçoit, ce qui empêche une certitude complète d'attribution est l'absence des bords de la feuille, et de la plus fine nervation. Cette espèce assez

répandue dans le Jura moyen et méridional devient plus rare, à mesure qu'on s'avance vers le nord et paraît manquer dans tout le Sundgau. Elle n'a été signalée jusqu'à présent, à notre connaissance, dans les tufs quaternaires, que par M. l'abbé Boulay dans ceux de Bezac et même avec beaucoup d'hésitation. La station de Kiffis, tout en restant un peu douteuse, serait en définitive la plus probable jusqu'à présent.

7) *Corylus avellana* L. — Deux grands fragments de feuilles, l'un de Kiffis, l'autre des tufs, peut-être plus récents, de Klösterle, appartiennent sans conteste à cette espèce très commune dans la région et maintes fois rencontrée dans les dépôts quaternaires.

8) *Quercus pedunculata* Erh. — Empreinte d'un grand fragment de feuille d'un chêne qui appartient certainement au groupe du *Q. robur* (sens. lat.) sans qu'on puisse affirmer l'espèce; il est cependant probable, à raison de la station et aussi du peu de profondeur et de l'irrégularité des sinus, que c'est le *Q. pedunculata*, toujours commun dans la région et plusieurs fois rencontré dans les dépôts quaternaires.

9) *Ligustrum vulgare* L. ? — Une seule empreinte d'une petite feuille assez coriace à bord entier à nervation mal conservée, nous paraît se rapporter d'une façon presque certaine, à cette espèce chez laquelle on trouve souvent des feuilles aussi petites et même plus exiguës encore, vers le sommet des pousses surtout, quelquefois sur toute ou presque toute leur étendue, dans ce cas aussi avec une nervation peu distincte. L'espèce, encore très commune dans la région, a déjà été rencontrée par l'un de nous dans les tufs quaternaires de Resson et dans ceux de la Sauvage.

10) *Selinum carvifolia* Z. ? — Un seul échantillon présente un reste de cette plante, mais qui permet une attribution certaine, puisque c'est un méricarpe qui, par sa taille, sa forme, ses cinq ailes, dont trois médianes rapprochées, la saillie de ces ailes, ressemble complètement au même organe chez la plante vivante. Cette Ombellifère se rencontre çà et là dans tout le Jura et notamment dans le Sundgau; elle y habite les marais mais aussi les prés et les bois frais, à sol un peu humide. Elle n'a point été rencontrée à l'état fossile.

11) *Cytisus laburnum* Z. — Deux ou peut-être trois empreintes de Blauen appartiennent à des folioles de Cytise de la taille de celles du *C. laburnum* ou du *C. Alpina* et vues par la face supérieure; la nervure médiane enfouie, les latérales saillantes, la relation des uns et des autres, ce qu'on voit de la fine nervation sont ce qu'on observe sur les feuilles vivantes. Le motif pour lequel il y a lieu

de rapporter ces empreintes plutôt à la première qu'à la seconde est la forme visiblement très arrondie de la base des folioles, tandis que celles-ci sont plus lancéolées chez le *C. Alpina* ; on ne saurait cependant exclure absolument cette dernière espèce. Le *C. laburnum* n'a point encore été trouvé dans les terrains quaternaires. Il se rencontre assez abondamment sur différents points du Jura, soit méridional, soit même moyen, mais ne remonte pas plus haut que Clerval, et fait défaut dans le Sundgau comme ailleurs dans toute l'Alsace, bien qu'il y soit parfois naturalisé. Le *C. Alpina* ne s'y rencontre pas davantage.

12) *Rhamnus frangula* Z. — Trois belles empreintes, dont une de feuille presque entière, montre que cette espèce existait à Kiffis et que même elle n'y était pas rare. Quelques fragments de feuilles se voient aussi sur l'échantillon de Blauen. Les empreintes de la première localité surtout, permettent de voir qu'on est en présence d'une forme des stations très tempérées. La plus grande analogie parmi les échantillons actuels auxquels nous avons pu la comparer est avec un de la Calle (Algérie). Nous avons déjà fait ressortir la même ressemblance pour des empreintes des tufs de la Sauvage (1).

Cette ressemblance constatée dans deux dépôts quaternaires, assez éloignés l'un de l'autre, prend ainsi quelque valeur. L'espèce a déjà été rencontrée dans les tufs quaternaires de Resson, de Mousson et de la Sauvage. Elle existe à l'état de dissémination dans le Jura sans y être commune.

13) *Acer pseudoplatanus* Z. — Comme je l'ai déjà fait observer plus haut, cette espèce est avec le *S. incana* la plus commune de beaucoup à Kiffis. Elle en accompagne d'autres et remplit à elle seule des échantillons souvent de forte taille. Aucune empreinte de feuille n'est complète, il s'en faut même le plus souvent de beaucoup. Mais quelques bases de limbes parfaitement conservées, avec leurs cinq nervures caractéristiques, non-seulement de nombre, mais de disposition et de force ; une petite feuille presque entière, le détail de la nervation confirment la détermination. Cet arbre, rencontré à diverses reprises et parfois très abondamment dans les tufs quaternaires, est encore très commun dans le Jura et notamment dans la vallée de la Lucelle sans pouvoir jamais y être considéré comme une espèce sociale.

(1) B. S. G. F., 3^e Sér. XVII, 1889, p. 386. — Recherches relatives à quelques tufs quaternaires du Nord-Est de la France.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

On voit que si les empreintes de feuilles sont très nombreuses dans les tufs de la Lucelle, particulièrement dans ceux de Kiffis, elles ne se réfèrent pas à un très grand nombre d'espèces ; la forte prédominance d'une d'elles parmi les Monocotylédones, de deux, dont un arbre non social, dans nos forêts actuelles, parmi les Dicotylédones, laissent l'impression des restes d'une flore limitée à un rayon peu étendu. Il ne faut pas oublier toutefois que même aujourd'hui, en des stations fraîches et fertiles, l'érable sycomore est parfois commun, entre pour une part notable dans le peuplement forestier, qu'à l'époque quaternaire son rôle paraît avoir été encore plus considérable, ce qui résulte notamment de son extrême abondance dans les tufs de la Sauvage. Aussi, sous réserve de l'observation par laquelle nous avons débuté dans ces conclusions, semble-t-il que les fossiles conservés dans les tufs de la vallée de la Lucelle nous permettent de nous rendre un compte assez exact de la flore régnant à l'époque où ils se constituaient, d'en déduire quelques considérations intéressantes relatives à son âge, à sa constitution et à la distribution de quelques espèces à cette époque, enfin au climat et à la physionomie que présentait le pays.

Quant à l'âge des tufs, d'après la végétation dont ils nous ont conservé les restes, il paraît légitime de les attribuer aux temps quaternaires et, dans l'hypothèse de deux époques de grand refroidissement, à la période de fort réchauffement souvent qualifiée d'interglaciaire. En effet, comme toutes les flores de cet âge, celle-ci est essentiellement composée d'espèces actuelles, mais avec une distribution géographique sensiblement différente de celle que nous avons sous les yeux. Des espèces existaient que nous ne trouvons plus aujourd'hui dans la localité, au cas particulier, le *Cytisus laburnum*, ou peut-être le *C. alpinus*, d'autres sont plus communes, le *Rhamnus frangula* et sans doute aussi l'*Acer pseudoplatanus* ; par contre d'autres espèces communes, ou même très communes actuellement, font totalement défaut. C'est le cas, parmi les Conifères, pour le sapin ; parmi les Angiospermes à feuilles caduques, pour le charme et le hêtre. L'absence de ce dernier arbre est d'autant plus caractéristique que c'est aujourd'hui l'essence absolument dominante dans les forêts du pays et qu'en restant dans le cercle plus restreint, il serait impossible que ses feuilles ne fussent pas conservées dans un dépôt de tufs calcaires.

Cette absence du hêtre dans les tufs quaternaires du Sundgau

prendra une certaine valeur si nous la rapprochons de ce fait que la même espèce ne se rencontre pas non plus ou est très rare dans les dépôts de même âge du Nord-Est et du Centre de la France. Elle n'a été rencontrée que dans ceux de Resson où, sans être rare, elle n'est pas commune, et dans ceux de Bezac, où M. l'abbé Boulay n'en a trouvé qu'une feuille. Cette absence ou cette rareté est d'autant plus remarquable, que le hêtre est aujourd'hui très commun dans la région et qu'il le serait même beaucoup plus, si le mode d'exploitation des forêts ne lui était souvent défavorable; que de plus, au moins en ce qui concerne Bezac, cette essence, sous une forme à peine différente du type actuel, y a été très commune à la fin de l'époque pliocène. Il ne se voit pas non plus dans les lignites interglaciaires de Suisse. Par contre le hêtre a été trouvé en abondance, par M. l'abbé Boulay, dans les tufs de la vallée de la Vis (Hérault) et sur le revers méridional des Alpes en Italie, où il a été signalé comme tel, par M. Baltzer (1).

De ces observations assez nombreuses, il résulte, à notre avis, que le hêtre de nos forêts actuelles a quitté la France et probablement toute l'Europe centrale au début des temps quaternaires, probablement sous l'influence du froid devenu excessif pour lui, qu'il s'est réfugié au Midi, en des endroits qui ne lui conviennent plus aujourd'hui, mais qui avaient alors un climat assez humide pour lui, que pour des causes assez difficiles à découvrir, s'il est remonté vers le Nord pendant la période interglaciaire, il n'y a joué qu'un rôle fort subordonné. Mais que, après le recul définitif des glaciers vers leurs limites actuelles, il a commencé son mouvement d'expansion vers le Nord, et que probablement vers la fin de la pierre polie, sûrement durant la période du bronze, il est devenu absolument prédominant sur les plateaux et sur les basses montagnes du N.-E. de la France et du Sundgau, où il est encore tel sur un grand nombre de points et le serait, sans doute, partout, n'était l'influence du mode d'exploitation, comme l'un de nous a cherché à l'établir par diverses observations faites sur des tufs ou des charbons anciens (2). Les études des archéologues et des naturalistes danois, confirment les vues qui viennent d'être exposées sous la réserve que, à raison de la situation plus septentrionale de leur pays, l'invasion de hêtre y a, semble-t-il, été plus tardive que dans le Nord-Est de la France.

1) Beitrag zur interglacialzeit auf der Südseite der Alpen. *Mittheil naturforsch. Gesellschaft. Bern*, 1891, p. 33.

(2) Note sur une substitution ancienne d'essences forestières aux environs de Nancy et note sur les tufs et tourbes de Lasnez. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1883.

Il nous a paru que ces remarques sur les migrations d'un de nos arbres forestiers les plus importants, dont l'histoire paléontologique commence à être bien connue, pourraient avoir quelque intérêt pour le lecteur, qu'elles se justifient par les constatations faites dans la vallée de la Lucelle si concordantes avec ce que nous connaissions d'ailleurs. Revenons à ce qui concerne plus spécialement la flore que nous étudions, au point de vue du climat. Nous pouvons tirer de sa composition les conclusions auxquelles ont conduit les études faites sur toutes celles du même âge à savoir une température un peu plus élevée et surtout une humidité sensiblement plus forte. L'absence du sapin, aujourd'hui commun dans le pays, la présence, au contraire, d'une espèce, le *C. laburnum* qui n'y existe plus, mais se retrouve à Clerval, situé un peu plus au sud et surtout à une altitude moitié moindre, prouvent la première assertion ; quant à la seconde, elle est fondée sur la prédominance des espèces amies de la fraîcheur, de l'*A. pseudoplatanus*, du *Salix incana*, et surtout du *Rhamnus frangula*, commun alors, tandis qu'il est rare aujourd'hui.

Faisons remarquer aussi qu'il s'agit d'un pays de montagnes, puisque nous sommes à l'extrémité nord du Jura, et que malgré l'abaissement très notable de la chaîne, en cet endroit, les sommets atteignent encore une altitude de 800^m alors que Kiffis est à 578^m et la vallée de la Lucelle à environ 460^m. Il y a là une confirmation de vues émises par deux d'entre nous (1) sur l'impossibilité de la coexistence, dans la région Nord-Est de la France et en Alsace, de la flore des tufs avec celle des lignites de Jarville et de Bois-l'Abbé dont le caractère est franchement boréal.

Si, en terminant, nous cherchons à nous rendre compte de ce qu'était l'aspect du pays au moment où se déposaient les tufs, nous constatons que le fond des vallées était arrosé par des ruisseaux sans doute plus forts que ceux d'aujourd'hui, mais qui ne s'étaient point en lacs ou en marécages : l'absence de Mollusques vivant franchement dans l'eau, comme la constitution de la flore, le démontre. Le pays était en outre couvert d'une forêt non résineuse formée d'espèces recherchant les stations fraîches. L'étage dominant (2) paraît n'avoir pas été très serré puisqu'il permettait à une végétation d'arbustes de se développer largement, non-seulement au bord des ruisseaux, où le saule drapé était extrêmement

(1) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XVII, 1889, p. 566. Recherches relatives à quelques tufs du N.-E. de la France.

(2) Ensemble des grands arbres de la forêt.

abondant, mais aussi à une distance plus ou moins grande de ceux-ci, où l'on voyait des cytises, des bourdaines, des troènes, des coudriers ; notons cependant que c'est l'espèce supportant le plus facilement l'ombre, la bourdaine, qui est la plus commune. Des végétaux herbacés nombreux prouvent aussi que le couvert n'était pas très fort ; l'un d'eux même, qui est loin d'être l'ami de l'ombre, nous ayant été conservé par un de ses fruits, montre que les rayons solaires lui arrivaient en quantité assez notable, puisque la floraison et la maturité des fruits exigent une température plus élevée, une nourriture plus abondante pour la plante que la simple frondaison.

SUR LES SUBDIVISIONS DU WESTPHALIEN
DU NORD DE LA FRANCE
D'APRÈS LES CARACTÈRES DE LA FLORE

par **R. ZEILLER** (1).

Le travail de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent *Sur la nomenclature des terrains sédimentaires*, publié dans le dernier fascicule du *Bulletin* de la Société, renferme, en ce qui regarde la subdivision des dépôts houillers westphaliens du Nord de la France, un passage (2) au sujet duquel je crois devoir présenter quelques observations.

Il y est dit que ces dépôts peuvent, « *d'après les travaux de MM. Boulay et Zeiller* », être répartis en trois groupes : 1^o Houilles maigres, 2^o Houilles demi-grasses, 3^o Houilles grasses, les charbons à gaz de Bully-Grenay, Lens, Nœux, représentant la partie terminale de ce dernier groupe ; pour chacun d'entre eux une liste d'espèces résume les caractères essentiels de la flore qui y a été reconnue. Or, ces indications sont exclusivement empruntées au travail publié il y a dix-huit ans par M. l'abbé Boulay (3), dont le nom, par conséquent, aurait seul dû être mentionné, et, telles qu'elles sont formulées, elles diffèrent notablement des conclusions que j'ai présentées en 1888 à la suite de l'étude détaillée de la flore de ces mêmes dépôts. Si j'ai dit, en effet, au début de cette étude, que mes conclusions étaient « à peu près d'accord, dans l'ensemble », avec celles de M. l'abbé Boulay, j'ajoutais (4) que, mieux éclairé, grâce à la richesse des matériaux que j'avais eus entre les mains, sur la constitution de la flore des différents faisceaux, j'avais été conduit à des groupements quelque peu différents de ceux qu'il avait admis et qui étaient simplement fondés sur la nature des charbons ; j'avais insisté, en terminant, sur ce fait, que des couches

(1) Communication faite dans la séance du 3 décembre 1894 ; manuscrit remis le 12 décembre. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 5 janvier 1895.

(2) Tome XXI, *Notes et Mémoires*, fasc. 6 (octobre 1894), p. 450-451.

(3) N. BOULAY, *Le terrain houiller du Nord de la France et ses végétaux fossiles*. Lille, 1876.

(4) R. ZEILLER, *Bassin houiller de Valenciennes, Flore fossile* (1888), p. 3-4, p. 698.

renfermant des flores identiques et appartenant par conséquent au même âge pouvaient offrir des teneurs en matières volatiles très différentes, tandis que des charbons de même teneur pouvaient appartenir à des niveaux bien distincts. Il n'est que juste d'ajouter que M. l'abbé Boulay avait, dès 1876, reconnu qu'il n'y avait pas concordance parfaite entre les variations de la teneur en matières volatiles et celles de la flore : il constatait notamment (1), ainsi que j'ai tenu à le rappeler (2), que la zone supérieure était loin d'offrir une flore homogène et qu'il serait peut-être plus rationnel de comprendre dans la zone moyenne le faisceau gras de Douai, tandis que les charbons très gras du Pas-de-Calais se distinguaient par une flore bien spéciale, avec laquelle les charbons gras de Denain n'avaient qu'un très petit nombre d'espèces communes. Il signalait ainsi lui-même les points faibles du groupement en houilles maigres, demi-grasses, et grasses, qui vient d'être reproduit, sans tenir compte de ces réserves non plus que des conclusions de travaux plus récents, dans la *Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires*.

Quant aux espèces données comme caractéristiques de la flore de chacun de ces trois groupes, elles sont loin de concorder avec celles que j'ai citées, même pour les groupes à l'égard desquels je me suis trouvé complètement d'accord avec M. l'abbé Boulay, tels que celui des charbons gras ou flénus du Pas-de-Calais. Aussi me semble-t-il nécessaire de donner ici l'explication de ces divergences, qui sont, du moins en partie, plus apparentes que réelles : d'une part, certaines espèces, qui avaient semblé tout d'abord être exclusivement cantonnées dans un certain faisceau, ou du moins s'y montrer plus fréquentes que dans aucun autre, ont été ultérieurement, grâce à des récoltes plus longtemps poursuivies, retrouvées tout aussi abondantes dans d'autres faisceaux et ont ainsi perdu tout droit à servir de guides pour la différenciation des niveaux ; d'autre part, et c'est de là que proviennent les principales divergences, un certain nombre des noms admis par M. l'abbé Boulay ne figurent dans mon travail qu'à titre de synonymes, soit que je les aie laissés de côté comme ne satisfaisant pas à la loi de priorité, soit que j'aie admis, pour des motifs que j'ai toujours eu soin de discuter, l'identité spécifique de formes considérées par lui comme distinctes, soit enfin que j'aie été amené à rectifier certaines dénominations : dans ces divers cas, les noms auxquels je fais allu-

(1) BOULAY, loc. cit., p. 63, 64.

(2) ZEILLER, loc. cit., p. 678.

sion se retrouvent parmi les listes synonymiques que j'ai données. Il en est cependant qu'on chercherait vainement dans ma *Description de la flore fossile du bassin houiller de Valenciennes*, et quelques-uns d'entre eux étant précisément cités comme caractéristiques pour tel ou tel groupe, il n'est peut-être pas inutile que je m'explique sur leur absence. Certaines de ces espèces, telles, par exemple, que le *Sphenopteris Goldenbergi*, semblent n'avoir été observées par M. l'abbé Boulay qu'une fois et en un seul point, et être par conséquent très rares, de telle sorte que je puis fort bien n'avoir pas eu la bonne chance de les rencontrer, malgré l'abondance des matériaux qui m'ont été fournis ; mais deux ou trois espèces à peine sont dans ce cas et elles sont évidemment sans importance au point de vue de la différenciation des niveaux. Pour les autres, signalées comme relativement abondantes, il est peu vraisemblable qu'elles aient constamment fait défaut dans le nombre si considérable des échantillons qui sont passés sous mes yeux ; j'ai donc pensé qu'il devait simplement s'agir là de formes pour la dénomination spécifique desquelles nous nous trouvions, M. l'abbé Boulay et moi, différer d'opinion ; j'étais d'autant plus fondé à le croire qu'il y en avait parmi elles, comme le *Calamites gigas*, pour ne citer que lui, qui n'appartiennent pas à la flore westphalienne et pour lesquelles il ne semblait pas douteux qu'une comparaison avec des spécimens authentiques dût amener une rectification. J'avais, d'ailleurs, quelque raison de penser, d'après l'identité de gisement, ainsi que d'après leurs affinités réciproques, que telle ou telle espèce de M. l'abbé Boulay correspondait à telle ou telle autre des miennes, non mentionnée par lui ; mais pour trancher positivement la question et pouvoir affirmer la synonymie, il eût fallu examiner ses échantillons mêmes, et j'ai expliqué (1) par suite de quel sentiment de réserve j'avais cru devoir m'abstenir de lui demander accès dans ses collections ; je me suis donc borné à laisser de côté les noms des espèces en question, sans hasarder à leur égard des identifications dont il m'eût été impossible de donner la preuve.

Toutefois, pour celles dont les noms ont été reproduits dans le travail de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent comme caractéristiques de l'un ou de l'autre des trois groupes précités, il peut y avoir intérêt à préciser davantage : pour le *Pecopteris Loshii*, d'abord, que M. l'abbé Boulay signalait comme particulièrement abondant à

(1) ZEILLER, loc. cit., p. 7.

Vieux-Condé dans le faisceau maigre, j'ai lieu de croire qu'il doit correspondre, soit au *Mariopteris acuta*, soit au *Mar. Dernoncourti*, plutôt qu'au vrai *Pec. Loshii* de Brongniart, lequel, au surplus, pourrait bien, d'après l'examen que j'ai fait de l'échantillon type, ne représenter qu'une simple forme du *Mar. muricata*. Le *Sigillaria Candollei*, mentionné par M. l'abbé Boulay comme ayant été recueilli par lui à Fresnes et comme caractérisant l'horizon de Vieux-Condé, Fresnes et Vicoigne, ne doit pas se trouver à ce niveau : on sait, en effet, que le type de Brongniart provient du Stéphanien du Gard, où l'espèce se montre assez abondante tant dans le faisceau de Trescol que dans celui de Sainte-Barbe ou de Bessèges ; et du moment où elle manque dans les niveaux supérieurs du Westphalien, il est impossible d'admettre qu'elle ait apparu plus bas, pour disparaître ensuite et reparaitre plus haut ; j'imagine donc qu'il doit s'agir là d'une forme du *Sig. Boblayi*. De même le *Sig. Voltzii*, dont le type appartient au Culm, et qui aurait été observé aussi bien dans le faisceau gras de Douai que dans le faisceau maigre de Vicoigne, est indiqué par M. l'abbé Boulay lui-même comme rentrant dans la série des *Sig. rugosa*, *Sig. Cortei*, *Sig. Graseri*, de telle sorte que je suis autorisé à présumer que les échantillons du Nord visés sous ce nom doivent appartenir soit au *Sig. rugosa*, soit plutôt au *Sig. elongata* auquel j'ai dû réunir les *Sig. Graseri* et *Sig. Cortei*, et qui a souvent les côtes presque lisses comme le vrai *Sig. Voltzii*. Enfin, si j'ai laissé de côté le *Lepidodendron pustulatum*, bien qu'il ait été figuré par son auteur, c'est qu'il représente un rameau dépouillé des couches superficielles de l'écorce, sans cicatrices foliaires distinctes et par conséquent sans caractères spécifiques précis : je serais porté, d'après la forme des mamelons, à y voir un rameau de *Lepidophloios laricinus*.

Bien que, depuis la publication de mon travail, j'aie reçu encore des houillères du Nord et du Pas-de-Calais un assez grand nombre d'empreintes végétales, je n'ai observé parmi elles aucune forme spécifique que je n'eusse déjà vue, et ces récoltes complémentaires ne m'ont révélé aucun fait nouveau au point de vue de la distinction des niveaux non plus que de la constitution de la flore de chacune des zones entre lesquelles j'avais réparti les différents faisceaux du bassin. Je n'ai donc aujourd'hui rien à modifier aux conclusions que j'avais formulées il y a six ans, et qui se résument de la manière suivante, conformément aux tracés de la petite carte que j'ai alors publiée.

Les dépôts houillers du Nord et du Pas-de-Calais peuvent être

divisés, d'après les caractères tirés de la flore, en trois zones bien distinctes :

A. La ZONE INFÉRIEURE comprend essentiellement le faisceau maigre du Nord (Vieux-Condé, Fresnes, Vicoigne), à flore relativement pauvre, différant de celle de la zone moyenne par l'absence d'un grand nombre d'espèces fréquentes dans cette dernière, plutôt que par la présence d'espèces particulières ; elle est toutefois caractérisée par la grande abondance des *Sphenopteris Hæninghausi*, *Alethopteris lonchitica*, *Neuropteris Schlehani*, *Bothrodendron punctatum* et *Sigillaria elegans*.

A cette zone inférieure se rattache naturellement, comme en constituant la base, le faisceau anthraciteux du Nord (Bruille et Château-l'Abbaye), ainsi que les dépôts houillers d'Annœullin dans le Pas-de-Calais, dont la flore demeure fort mal connue par suite de l'abandon de la concession, mais où j'ai observé des espèces de la flore du Culm, *Pecopteris aspera* et *Lepidodendron Veltheimi*, associées à divers types de la flore westphalienne, tels que *Mariopteris muricata* et *Pecopteris dentata*.

La zone inférieure pourrait également être désignée sous le nom de ZONE DE VICOIGNE, ou sous celui de ZONE DU NEUROPTERIS SCHLEHANI, étant entendu que ce dernier nom ne signifierait pas que le *Neur. Schlehani* lui appartient en propre, puisqu'il s'élève plus haut et que d'autre part il existe déjà dans le Culm, mais seulement qu'il paraît avoir là son maximum de fréquence.

On voit, par ce qui vient d'être dit, qu'elle se subdivise en deux horizons :

A¹ Horizon d'Annœullin.

A² Horizon de Vicoigne (faisceau maigre du Nord), dont le plus inférieur, A¹, est seul représenté dans le Pas-de-Calais. Elle ne renferme que des charbons maigres ou anthraciteux.

B. La ZONE MOYENNE comprend des faisceaux de compositions très différentes au point de vue de la teneur des charbons en matières volatiles, à savoir, dans le Nord les faisceaux demi-gras d'Anzin et d'Aniche, le faisceau gras de Douai et le faisceau gras du sud du cran de retour ; dans le Pas-de-Calais, le faisceau maigre d'Ostricourt-Meurchin-Vendin, les charbons gras d'Auchy-au Bois et Fléchinelle, les charbons demi-gras ou quart-gras de Courrières, Bully-Grenay, Nœux et Bruay, et une partie des veines grasses de Ferfay. Dans son ensemble la flore de cette zone moyenne ne présente, d'un niveau à l'autre, que des variations relativement

peu importantes, qui ne permettent de séparer les uns des autres qu'à titre de subdivisions secondaires les différents faisceaux qui en font partie. Elle est caractérisée notamment par l'abondance des *Sphenopteris trifoliolata*, *Diplotmema furcatum*, *Alethopteris Darreuri*, *Lonchopteris Bricei* qui lui est propre, *Sigillaria scutellata* et *Sig. elongata*; elle possède encore les diverses espèces de la zone inférieure, mais de moins en moins abondantes à mesure qu'on s'élève de sa base vers son sommet; d'autre part, on n'y voit pas encore, ou l'on n'y rencontre que très rarement, et seulement dans ses couches les plus élevées, les espèces principales de la zone supérieure.

Cette zone moyenne, qu'on pourrait nommer aussi zone d'ANZIN-MEURCHIN ou ZONE DU *Lonchopteris BRICEI*, se subdivise, dans le département du Nord, en trois horizons, qui sont, de bas en haut :

B¹ Horizon des charbons demi-gras d'Anzin et d'Aniche;

B² Horizon des charbons gras de Douai;

B³ Horizon des charbons gras de Denain (au sud du cran de retour).

Le plus inférieur de ces trois horizons, B¹, renferme avec une abondance particulière les *Sphenopteris trifoliolata*, *Diplotmema furcatum*, *Alethopteris Darreuri*, *Sphenophyllum myriophyllum*, *Sigillaria rugosa*. Certaines espèces, assez fréquentes plus haut, y sont encore fort rares, telles que *Sphenopteris obtusiloba*, *Pecopteris abbreviata*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Sigillaria lævigata*, *Cordaites borassifolius*. On n'y rencontre pas encore l'*Alethopteris Serli*, non plus que l'*Aleth. valida*, qui, lui, paraît propre aux régions moyenne et supérieure de cette même zone.

Le deuxième faisceau, B², celui des charbons gras de Douai, possède encore le *Sphenopteris Hæninghausi*, l'*Alethopteris lonchitica*, le *Bothrodendron punctatum*, qui manquent ou deviennent très rares au sud du cran de retour. On y observe l'*Aleth. valida*, l'*Aleth. Serli*, fort rare, de même que le *Sigillaria camptotænia*; le *Dictyopteris sub-Bronquiarti* ne paraît pas s'y trouver encore.

Dans le troisième faisceau, B³, des charbons gras de Denain, cette dernière espèce fait son apparition, mais avec une extrême rareté; le *Pecopteris abbreviata* devient abondant, tandis que les espèces typiques de la zone inférieure sont devenues excessivement rares et que même deux ou trois d'entre elles ont déjà disparu; mais on n'y voit pas encore les espèces stéphanienues caractéristiques de la zone supérieure, *Sphenopteris charophylloides*, *Alethopteris Grandini*, *Annularia sphenophylloides*, *Ann. stellata*.

Lorsqu'on passe du Nord dans le Pas-de-Calais, on constate que

la flore change brusquement, en même temps que l'allure des couches, la limite des deux départements paraissant coïncider avec un accident important. La zone moyenne présente toutefois *dans le département du Pas-de-Calais* exactement les mêmes caractères paléontologiques que dans le Nord, mais les deux horizons inférieur et moyen y semblent confondus en un seul, de sorte qu'elle ne comporte que deux horizons au lieu de trois :

B¹B² Horizon des charbons maigres du Pas-de-Calais,

B³ Horizon des charbons demi-gras du Pas-de-Calais.

Le premier de ces deux horizons, B¹B², est essentiellement représenté par la bande de charbons maigres qui s'étend d'Ostricourt à Meurchin et à Vendin ; mais il faut lui rapporter également, à raison de l'identité de la flore, les charbons gras d'Auchy et de Fléchinelle, qui constituent la pointe occidentale du bassin ; on voit nettement ici qu'à la même flore, c'est-à-dire au même horizon paléontologique, peuvent correspondre des natures de charbons très différentes.

La flore de cet horizon renferme notamment *Sphenopteris Hæninghausi*, *Alethopteris lonchitica*, *Bothrodendron punctatum*, associés aux *Sphenopteris trifoliolata*, *Sphen. obtusiloba*, *Diplotnema furcatum*, *Pecopteris abbreviata* très rare encore, *Alethopteris valida*, *Lonchopteris Bricei* ; l'*Alethopteris Serli* et le *Dictyopteris sub-Brongniarti* y font défaut ; mais les quelques espèces du faisceau demi-gras d'Anzin et du faisceau gras de Douai que je viens de citer, suffisent à montrer que c'est à ces derniers que le faisceau maigre du Pas-de-Calais doit être identifié, et non point au faisceau maigre de Vicoigne, auquel M. l'abbé Boulay l'avait assimilé d'après la nature des charbons qu'ils renferment l'un et l'autre.

L'horizon supérieur, B³, des charbons demi-gras, qui traverse toutes les concessions du Pas-de-Calais, de Courrières jusqu'à Bruay, correspond exactement par sa flore à l'horizon des charbons gras de Denain ; mais, de même que l'horizon des charbons maigres se continue vers l'Ouest par des couches plus riches en matières volatiles, de même ici l'on est conduit, par les caractères paléophytologiques, à placer sur ce même horizon des demi-gras une partie des veines grasses des fosses N° 2 et N° 3 de Ferfay, à savoir les plus inférieures de ces veines.

On observe, dans cet horizon supérieur, la première apparition de l'*Alethopteris Serli*, du *Dictyopteris sub-Brongniarti*, ainsi que du *Nevropteris rarineris* et du *Sphenophyllum emarginatum*, ces deux derniers seulement dans les couches les plus élevées, en même

temps qu'on y trouve les derniers représentants du *Neuropteris Schlehani* et du *Louchopteris Briei*.

C. Enfin la zone supérieure est essentiellement constituée par la bande des charbons gras ou flénus qui s'étend, dans le Pas de-Calais, de Courcelles-lez-Lens et Dourges, jusqu'à Marles et Ferlay, à travers les concessions de Drocourt, Courrières, Lens, Liévin, Bully-Grenay, Nœux et Bruay. La flore en est caractérisée par l'abondance des *Sphenopteris obtusiloba*, *Sph. neuropteroides*, *Pecopteris abbreviata*, *Alethopteris Serli*, *Neuropteris rarineris*, *Necr. tenuifolia*, *Dictyopteris sub Brongniarti*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Sigillaria tessellata*, *Sig. camptotenia*, *Cordaites borassifolia*; elle possède en propre les *Sphenopteris charophylloides*, *Alethopteris Grandini*, *Annularia sphenophyllioides*, et *Ann. stellata*, qui se retrouvent ensuite dans le Stéphanien, ainsi que quelques autres espèces, comme *Pecopteris crenulata*, *Dictyopteris Münsteri*, qui ne paraissent pas arriver jusqu'à ce dernier terrain. Par contre, les espèces caractéristiques de la zone inférieure manquent ici complètement.

On peut remarquer qu'il y a ainsi plus de différences, au point de vue de la flore, entre la zone supérieure et la zone moyenne qu'entre celle-ci et la zone inférieure : elle se distingue en effet, non seulement par la présence de plusieurs espèces nouvelles, mais par l'absence d'un bon nombre d'espèces anciennes, tandis que lorsqu'on passe de la zone inférieure à la zone moyenne, on voit bien apparaître un assez grand nombre de formes nouvelles, mais on ne constate la disparition d'aucune, toutes les espèces de l'horizon de Vicoigne passant dans la zone moyenne et s'y élevant, pour la plupart, jusqu'à son sommet.

La zone supérieure a été souvent désignée sous le nom de ZONE DE BULLY-GRENAY ; on pourrait également l'appeler ZONE DU *Dictyopteris sub-Brongniarti*, en raison de l'extrême fréquence de cette espèce, si facilement reconnaissable.

Lorsque j'ai publié la description de la flore fossile du bassin de Valenciennes, je n'avais eu, ainsi que je l'ai dit, aucun renseignement sur la flore du faisceau gras de la concession de Crespin-lez-Auzin, et j'avais fait remarquer (1) qu'il serait intéressant de s'assurer si les couches exploitées dans cette concession n'appartenaient pas à cette même zone supérieure, qu'on voit, comme on

(1) ZEILLER, loc. cit., p. 7, 683.

sait, reparaitre en Belgique, près de Mons, notamment au Levant-du-Flénu.

J'ai reçu depuis lors, grâce à l'obligeance de M. Dumont, directeur des mines de Crespin, une petite série d'empreintes, qui m'a montré que les couches de cette concession, qui forment la pointe occidentale du bassin de Dour, devaient réellement appartenir à la zone supérieure. J'ai reconnu, en effet, parmi ces empreintes, recueillies aux toits des veines n° 7, n° 8, n° 9, et de la veine Julienne : *Sphenopteris obtusiloba* très abondant, *Mariopteris latifolia*, *Mar. muricata*, *Alethopteris Serli*, *Neuropteris gigantea*, *Neer. rarinervis*, *Neer. tenuifolia*, *Calamites Cisti*, *Annularia radiata*, *Lepidodendron aculeatum*, *Sigillaria lœvigata*, *Sig. reniformis*, *Sig. tessellata*, *Sig. mamillaris* et *Stigmatia ficoides*. De cette liste, les *Mar. latifolia* et *Neer. rarinervis* n'ont été trouvés dans le bassin de Valenciennes, en dehors de la zone supérieure, que dans les couches les plus élevées de la zone moyenne, et je n'ai observé le *Sig. reniformis* que dans la zone supérieure exclusivement ; d'autre part il n'y a là aucune espèce étrangère à cette dernière zone. Je crois donc pouvoir classer les couches de Crespin dans la même zone que les charbons flénus du Pas-de-Calais, d'une part, et des environs de Mons, d'autre part.

Si j'ai insisté aussi longuement que je l'ai fait tout à l'heure sur l'explication du désaccord qui existe entre les indications empruntées par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent à M. l'abbé Boulay et mes propres conclusions, et si j'ai cru devoir résumer à nouveau ici le classement des dépôts houillers que j'avais déjà présenté à la Société (1), c'est qu'en raison de la grande autorité de nos deux confrères, je n'ai pas cru pouvoir laisser passer les indications données par eux sans bien établir pour quels motifs elles me paraissaient incompatibles avec les résultats d'une étude plus prolongée et plus approfondie que les circonstances n'avaient permis à M. l'abbé Boulay de la faire. J'ai montré au surplus comment il avait lui-même pressenti les modifications que comportait le groupement auquel il s'était arrêté, de sorte que j'ai lieu de penser qu'il n'a pas dû être surpris des rectifications que j'ai été conduit à y apporter.

Je tiens, d'autre part, à rappeler que si, dans la *Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires*, ces rectifications paraissent

(1) B. S. G. F., 3^e Sér., t. XVI, p. 352-358.

avoir été perdues de vue, du moins M. de Lapparent les a personnellement admises, car il a, dans la dernière édition de son *Traité de Géologie*, donné, pour le classement des couches du bassin houiller de Valenciennes, un résumé parfaitement exact (1) des conclusions de mon travail.

J'ai eu, d'ailleurs, depuis la publication de celui-ci, la satisfaction de voir les observations paléophytologiques qui m'avaient servi de base pour le classement et le groupement des différents faisceaux de couches, pleinement confirmées par celles de M. R. Kidston sur les dépôts houillers d'Angleterre (2) et de M. Leo Cremer sur le bassin de la Ruhr en Westphalie (3).

En Angleterre, la flore des *Lower Coal Measures* se distingue de celle des *Middle Coal Measures* plutôt par sa pauvreté relative que par la présence d'espèces spéciales, bien qu'elle en possède cependant quelques-unes, mais peu répandues, à ce qu'il semble : l'*Alethopteris lonchitica*, l'*Al. decurrens*, le *Necr. heterophylla*, y sont particulièrement communs ; on y trouve également *Sphenopteris Harninghausi*, *Bothrodendron punctatum*, *Bothr. minutifolium*, *Sigillaria elegans* ; mais les espèces les plus habituelles des *Middle Coal Measures* y font défaut.

Dans l'étage moyen, les *Sphenopteris trifoliolata*, *Sphen. quadridactylites*, *Sigillaria elongata*, *Sig. cordigera*, *Sig. polyploca*, se montrent parmi les espèces les plus abondantes, avec les *Lonchopteris Bricei* et *Lonch. rugosa*, qui ne s'observent ni au-dessus ni au-dessous ; l'*Aleth. calida* est également cantonné dans cet étage. Le *Necr. Schlehani*, que M. Kidston n'a pas observé dans les *Lower Coal Measures*, mais qui ailleurs a été trouvé dans le Culm, ne dépasse pas ce niveau ; on voit également s'arrêter dans les *Middle Coal Measures* le *Sphenopteris Harninghausi*, les *Bothrodendron*, le *Sigillaria elegans* ; les *Alethopteris lonchitica* et *Aleth. decurrens* se continuent, il est vrai, plus haut, mais à l'état d'exception, et ne tenant plus alors dans la flore qu'une place insignifiante. D'autre part, on voit apparaître les premiers représentants, très rares encore, de l'*Alethopteris Serli*, du *Necropteris Scheuchzeri*, le *Necropteris rari-*

(1) DE LAPPARENT, *Traité de géologie*, 3^e édition (1883), p. 841.

(2) Voir notamment R. KIDSTON, On the various divisions of British Carboniferous Rocks as determined by their fossil Flora (*Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh*, t. XII (1894), p. 183-257).

(3) L. CREMER, Ueber die fossilen Farne des Westfälischen Carbons und ihre Bedeutung für eine Gliederung des letzteren. Marburg, 1893.

nervis, auxquels s'ajoutent, sur la liste de M. Kidston, le *Dictyopteris sub-Brongniarti* (*Dict. obliqua*) observé par lui dans cet étage seulement, le *Dict. Münsteri* et l'*Annularia sphenophylloides*, tous trois des plus rares, tandis que les *Sphenopteris nevropteroides*, *Alethopteris Grandini*, *Annularia stellata*, *Sphenophyllum emarginatum*, continuent à faire défaut.

Entre les *Middle* et les *Upper Coal Measures*, M. Kidston distingue un étage intermédiaire (*Transition Series*), dont la flore demeure imparfaitement connue, mais dans laquelle on voit paraître *Sphenopteris nevropteroides*, *Annularia stellata*, *Sphenophyllum emarginatum*, ainsi que certaines Cordaïtées stéphanienues, tandis qu'on y rencontre les derniers représentants d'espèces telles que *Nevropteris heterophylla*, *Nevr. tenuifolia*, *Nevr. gigantea*, *Sphenophyllum cuneifolium*, *Sigillaria mamillaris*, *Sig. scutellata*, *Sig. elongata*.

Dans les *Upper Coal Measures*, à côté des *Pecopteris abbreviata*, *Alethopteris Serli*, *Annularia sphenophylloides*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Sigillaria tessellata*, très abondants, ainsi que des *Sphenopteris nevropteroides*, *Pec. crenulata*, *Aleth. Grandini*, *Nevr. rarinervis*, *Nevr. Scheuchzeri*, *Dictyopteris Münsteri*, *Annularia stellata*, *Sigillaria levigata*, *Sig. reniformis*, on rencontre de nombreuses formes de la flore stéphanienne non observées dans le bassin de Valenciennes, même dans ses couches les plus élevées, comme *Pecopteris arborescens*, *Pec. cyathea*, *Pec. unita*, *Pec. Pluckeneti*, *Ptychopteris macrodiscus*. Dans son ensemble toutefois, la flore conserve bien le caractère westphalien, attesté notamment, outre les diverses espèces qui viennent d'être mentionnées, par un certain nombre d'autres tout aussi caractéristiques, en particulier *Mariopteris muricata* demeuré relativement abondant.

La comparaison de ces observations avec les résultats acquis dans le bassin de Valenciennes montre qu'en Angleterre les variations de la flore suivent parallèlement celles que l'on a vu s'opérer à travers la série des dépôts houillers du Nord de la France : en s'élevant graduellement de la base vers le sommet, on voit les mêmes espèces, apparues les premières, devenir d'abord de plus en plus rares, puis s'éteindre peu à peu, pour faire place à d'autres, également identiques dans les deux pays, et qui ne tardent pas à devenir prédominantes dans l'un comme dans l'autre. A part deux ou trois anomalies sans importance, et qui ne tiennent peut-être qu'à des divergences dans l'identification des espèces, on ne peut saisir dans ce mouvement de transformation progressive de la flore que des différences de détail entre les deux côtés du détroit, telle espèce

nouvelle, par exemple, qui semble coïncider ici avec la disparition définitive de telle autre, se montrant là, soit un peu plus tôt, soit seulement un peu plus tard. A part cela, l'accord est aussi complet qu'on peut l'espérer, et peut-être des récoltes plus étendues le rendraient-elles plus parfait encore. Comme, d'ailleurs, les petites différences qu'on peut relever se manifestent en sens divers, elles s'annulent, en quelque sorte, mutuellement, et l'on peut dire que dans leur ensemble les caractères paléophytologiques sont exactement concordants.

Si maintenant l'on met en parallèle les groupes d'Angleterre avec ceux du bassin de Valenciennes, on constate que la zone inférieure de ce dernier présente, au point de vue paléobotanique, la plus grande ressemblance avec les *Lower Coal Measures* d'Angleterre : de part et d'autre la flore se montre relativement pauvre, les mêmes espèces de la zone moyenne y faisant défaut, et ce sont, à bien peu de chose près, les mêmes formes spécifiques qui prédominent. Ces deux groupes doivent donc être considérés comme contemporains, et s'il peut rester quelque doute sur le degré de concordance de leurs limites inférieures respectives, à raison de la pauvreté en empreintes des couches sous-jacentes, du moins semblent-ils bien, à leur partie supérieure, limités au même niveau.

De même, envisagée dans son ensemble, la flore des *Middle Coal Measures* est bien semblable à celle de la zone moyenne, et toutes deux possèdent en propre certaines espèces, de part et d'autre identiques, telles que *Alethopteris valida*, *Lonchopteris Bricei*, *Lonch. rugosa*, auxquelles je joindrais le *Sigillaria cordigera*, si ce dernier s'était montré dans le bassin de Valenciennes autrement qu'à l'état d'exception. On peut donc conclure que la zone moyenne de Valenciennes correspond bien aux *Middle Coal Measures* d'Angleterre ; la seule question est de savoir si ces deux groupes ont réellement la même limite supérieure, comme ils ont la même limite inférieure, et pour la résoudre il est nécessaire de comparer entre elles les flores des groupes supérieurs.

On a vu, par ce qui a été dit plus haut, que les *Upper Coal Measures*, tout en étant fort riches en espèces identiques à celles de la zone supérieure du Pas-de-Calais, possèdent un certain nombre d'espèces stéphanienues qui n'ont jamais été observées dans cette zone, notamment divers *Pecopteris* et *Ptychopteris* ; d'autre part, plusieurs espèces répandues, quelques-unes même très communes, dans la zone supérieure du Nord de la France, semblent manquer dans l'étage supérieur d'Angleterre, comme, par exemple, *Spheno-*

pteris obtusiloba, *Sph. quadridactylites*, *Sph. coralloides*, *Neuropteris heterophylla*, *Nevr. tenuifolia*, *Nevr. gigantea*, *Dictyopteris sub-Brongniarti*, *Sphenophyllum cuneifolium*, *Sigillaria principis*, *Sig. elongata*, *Sig. mamillaris*. Il n'est donc pas possible d'assimiler ces deux groupes l'un à l'autre, et les *Upper Coal Measures* doivent être considérés comme appartenant à un niveau plus élevé que la zone de Bully-Grenay.

La flore de l'étage intermédiaire (*Transition Series*) n'est malheureusement pas très bien connue, mais on n'y a rencontré jusqu'à présent aucune des espèces stéphanienues que j'ai citées plus haut comme distinguant par leur présence les *Upper Coal Measures*, de notre zone supérieure, tandis qu'on y a trouvé les *Neuropteris heterophylla*, *Nevr. tenuifolia*, *Nevr. gigantea*, *Sphenophyllum cuneifolium*, *Sigillaria elongata*, *Sig. mamillaris*, ainsi que le *Lepidodendron Wortheni* de notre zone moyenne, associés à diverses autres espèces de la zone de Bully-Grenay qu'elle possède alors en commun avec la flore des *Upper Coal Measures*, telles que *Sphenopteris neuropteroides*, *Alethopteris Serli*, *Neuropteris Scheuchzeri*, *Nevr. rarineris*, *Annularia stellata*, *Ann. sphenophylloides*. Les caractères paléophytologiques de cet étage concordent ainsi assez complètement avec ceux de notre zone supérieure pour qu'on puisse imputer à l'insuffisance des matériaux recueillis l'absence apparente de certaines autres espèces qu'on devait s'attendre à y trouver, telles que *Sphenopteris obtusiloba* et *Dictyopteris sub-Brongniarti*, ainsi qu'il y a lieu de le faire pour d'autres espèces qui, observées au-dessus et au-dessous, n'ont pas encore été rencontrées dans l'étage intermédiaire, comme, par exemple, *Mariopteris muricata*, *Dictyopteris Münsteri*, *Sigillaria levigata*, *Sig. reniformis*. On est donc fondé à paralléliser l'étage intermédiaire d'Angleterre et la zone supérieure du bassin de Valenciennes, sauf à examiner de plus près si leurs limites inférieures coïncident exactement.

A cet égard, il est à noter que quelques-unes des espèces les plus caractéristiques de la zone de Bully-Grenay figurent, sur les listes établies par M. Kidston, dans la flore des *Middle Coal Measures*, à savoir *Neuropteris rarineris*, *Dictyopteris sub-Brongniarti* observé seulement dans cet étage, *Dict. Münsteri*, *Annularia sphenophylloides*; et l'on peut se demander si la limite entre les *Middle Coal Measures* et la *Transition Series* ne serait pas située un peu plus haut que la limite séparative de la zone moyenne et de la zone supérieure du bassin de Valenciennes, auquel cas la portion la plus basse de cette dernière correspondrait aux régions les plus élevées des

Middle Coal Measures. Il ne faut pas oublier toutefois que dans le bassin de Valenciennes le *Nerropteris rarinervis* et le *Dictyopteris sub-Brongniarti* se rencontrent déjà dans l'horizon supérieur de la zone moyenne, de sorte que ce n'est pas leur seule présence dans les *Middle Coal Measures* qui pourrait s'opposer à l'assimilation, bien que le *Nerropteris rarinervis* semble y être un peu plus répandu qu'il ne l'est chez nous au niveau correspondant. Mais si l'on se reporte aux monographies détaillées publiées par M. Kidston (1), on constate qu'il en est de la présence de ces quatre espèces dans l'étage moyen d'Angleterre, comme des quelques espèces typiques de la zone de Bully-Grenay qu'on a vu apparaître, tout en restant fort rares, dans l'horizon le plus élevé de la zone moyenne : tout d'abord aucune des quatre espèces précitées ne s'est montrée dans le Lancashire; l'*Annularia sphenophylloides* n'a été rencontré dans les *Middle Coal Measures* que dans le Yorkshire, et seulement au voisinage de leur extrême sommet; le *Nerropteris rarinervis* n'apparaît, dans le Yorkshire et le Sud du pays de Galles, qu'au-dessus du milieu de l'étage. Enfin l'existence, dans ce même étage, des *Dictyopteris sub-Brongniarti* et *Dict. Münsteri*, n'a été reconnue que dans le seul bassin des *Potteries*, du North Staffordshire, où on les a récoltés, ainsi que le *Nerp. rarinervis*, vers le tiers inférieur de la série rapportée aux *Middle Coal Measures*; mais M. Kidston fait lui-même remarquer que la région supérieure des *Lower Coal Measures* de ce dernier bassin pourrait bien correspondre à la région inférieure des *Middle Coal Measures* d'autres bassins, ce qui relèverait sensiblement le niveau à partir duquel ces trois espèces ont été observées; il est à noter, en outre, que, vers le haut de cette même série moyenne du North Staffordshire, M. Kidston signale la présence du *Sigillaria Brardi*, qui semble dénoter un niveau supérieur aux véritables *Middle Coal Measures* et vient à l'appui de la remarque qu'il a formulée. Il n'y aurait donc là, vraisemblablement, qu'une anomalie purement apparente, résultant de ce que les subdivisions du bassin des *Potteries* ne correspondraient pas exactement à celles des autres bassins d'Angleterre.

(1) R. KIDSTON. On the fossil plants in the Ravenhead collection in the free Library and Museum, Liverpool (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XXXV, pt. II, 1888). — Notes on some fossil plants from the Lancashire Coal Measures (*Trans. Manchester Geol. Soc.*, XXI, pt. XIII, 1892); — The Yorkshire Carboniferous Flora (*Trans. Yorkshire nat. Union*, pt. 14, 1890; pt. 18, 1893); — On the fossil Flora of the Staffordshire Coal Fields (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XXXV, pt. I, 1888; XXXVI, pt. I, 1891); — On the fossil Flora of the South Wales Coal Field (*Ibid.*, XXXVII, pt. III, 1894).

On voit, dans tous les cas, qu'en ce qui regarde tout au moins le Lancashire, le Yorkshire et le Sud du pays de Galles, les *Middle Coal Measures* peuvent être assimilés, dans toute leur étendue, à la zone moyenne du bassin de Valenciennes, et qu'il n'y a aucun motif sérieux pour rapporter même leurs couches les plus élevées à la base de la zone de Bully-Grenay. On peut donc admettre, même y eût-il dans d'autres bassins de la Grande-Bretagne des discordances de détail analogues à celles que paraît présenter le bassin des Potteries, que les *Middle Coal Measures* correspondent de tout point à la zone moyenne du Nord de la France, et la *Transition Series* à la zone supérieure, et que leurs limites respectives viennent, de part et d'autre, se placer exactement à la même hauteur.

Dans le bassin de la Ruhr, M. Leo Cremer n'a encore étudié que la flore ptéridologique ; mais ces premiers résultats concordent d'une façon remarquable, ainsi qu'il l'a fait d'ailleurs observer, avec ceux que j'ai obtenus dans le bassin de Valenciennes.

Ce bassin comprend quatre systèmes consécutifs de couches, différant les uns des autres par leur teneur en matières volatiles : ce sont, d'abord, à la base, des charbons maigres, puis des charbons gras, ensuite des charbons à gaz, et enfin des charbons flam-bants à gaz (*Gaszflammkohlen*), ces derniers ne donnant pas lieu à des exploitations aussi développées que les autres, et par conséquent moins bien explorés au point de vue paléobotanique. Ces quatre groupes réunis ont fourni à M. L. Cremer, si on laisse de côté le genre *Cyclopteris*, à cause de son peu de valeur, un total de 47 espèces, dont 36 sont communes avec le bassin de Valenciennes ; or, sur ce total, on ne relève que deux discordances un peu sérieuses, qui portent sur le *Mariopteris latifolia* et l'*Alethopteris Serli*, et sur lesquelles je reviendrai. Pour les autres, et en particulier pour celles qui, par leur fréquence, sont de nature à fournir des renseignements utiles au point de vue de la distinction des niveaux, l'accord est aussi complet que possible, ainsi que je vais le montrer.

À la base, le groupe des charbons maigres se distingue par la pauvreté de sa flore, renfermant principalement *Neuropteris Schlehani*, *Mariopteris acuta*, *Alethopteris decurrens*, *Aleth. lonchitica* et *Sphenopteris Hæninghausi*, ces deux dernières espèces ne se montrant toutefois que dans la moitié ou les deux tiers supérieurs du groupe ; il faut ajouter à cette liste, comme espèce également caractéristique, le *Sphenopteris Baumleri*.

Le groupe des charbons gras renferme les mêmes espèces, mais

accompagnées d'un bon nombre d'autres, telles que *Sphenopteris obtusiloba*, *Sphen. trifoliolata*, qui deviendront plus abondants dans les charbons à gaz et se continueront jusque dans les couches les plus élevées, *Sphen. Sauvouri*, *Mariopteris Dernoncourtii*, *Lonchopteris Briceii* et *Lonch. rugosa* qui ne s'y montreraient toutefois que dans la portion supérieure, *Alethopteris valida*, *Nevropteris tenuifolia*, *Nerr. gigantea*.

Dans les charbons à gaz, la flore ne diffère guère, dans ses traits généraux, que par l'absence du *Sphenopteris Hæninghausi*, du *Mariopteris Dernoncourtii*, du *Nevropteris Schlehani*, lequel n'atteindrait même pas le sommet des charbons gras, et par la présence de l'*Alethopteris Barreuxi*, ainsi que du *Nevropteris rarinervis*, lequel n'apparaît guère qu'à partir du tiers supérieur du groupe. Les *Lonchopteris* ne dépassent pas le sommet de ce même groupe, non plus que le *Mariopteris acuta*, également cantonné en Angleterre, ainsi que dans le bassin de Valenciennes, dans les deux zones inférieure et moyenne; il en est de même du *Nevropteris obliqua*, qui appartient en propre, dans le Nord de la France, à ces deux mêmes zones, et en Angleterre à la zone moyenne.

Les charbons flamants, dont, comme je l'ai dit, la flore est moins bien connue, se distinguent, et par l'absence des quelques espèces dont je viens de mentionner l'extinction soit dans les charbons à gaz, soit dans les charbons gras, et par l'abondance des *Nevropteris rarinervis* et *Nerr. tenuifolia*, ce dernier surtout très commun, ainsi que par la présence du *Pec. crenulata*, non observé plus bas; enfin les *Aleth. lonchitica* et *Al. decurrens* s'y éteignent sans dépasser le tiers inférieur du groupe.

On reconnaît, dans ces différents traits, une correspondance parfaite avec ceux qui ont été relevés dans le bassin de Valenciennes, à ces seules différences près, que l'*Alethopteris decurrens*, par exemple, qui, dans le Nord de la France, ne s'était pas montré dans la zone inférieure, s'y rencontre ici, comme en Angleterre, avec une certaine fréquence, tandis que d'autres, tels que *Mariopteris Dernoncourtii*, *Nevropteris heterophylla*, *Nerr. obliqua*, qui se sont trouvés plus ou moins abondamment dans la zone inférieure de Valenciennes, n'ont pas encore été observés dans les faisceaux maigres de la Ruhr, peut-être uniquement, du reste, parce que les récoltes n'y ont pas été encore suffisamment prolongées. En tout cas ce ne sont pas là des anomalies, pas plus que l'absence, sans doute purement provisoire, de quelques types spécifiques, le *Dictyopteris sub-Brongniarti* principalement, qu'on devrait s'attendre à ren-

contrer dans les charbons flamnants avec les *Pecopteris crenulata*, *Neuropteris rarinervis* et *Nevr. tenuifolia*.

Peut-être, au surplus, les deux seules discordances véritables que j'ai relevées disparaîtront-elles ultérieurement lorsque les matériaux recueillis seront devenus plus abondants. Je présume même qu'il devra en être ainsi, du moins dans une certaine mesure, en ce qui regarde l'*Alethopteris Serli*: M. L. Cremer dit en effet ne l'avoir vu que dans la région la plus élevée de la zone maigre, où il serait fort rare, et dans les charbons gras, principalement dans leur moitié supérieure, mais non dans les charbons à gaz ni dans les charbons flamnants; or, en Angleterre comme dans le Nord de la France, il abonde dans les couches supérieures et manque au contraire dans les plus basses: il est dès lors assez probable qu'on le trouvera de même dans la région la plus élevée du bassin de la Ruhr lorsqu'elle aura été complètement explorée; quant à sa présence dans la région inférieure du bassin, où il paraît en tout cas des plus rares, sans prétendre qu'une même espèce ait toujours dû apparaître partout au même moment et qu'on ne puisse la trouver à des niveaux plus bas sur certains points que sur d'autres, je me demande s'il ne pourrait pas y avoir eu confusion, l'*Aleth. lonchitica* se présentant parfois sous des formes assez difficiles à distinguer de l'*Aleth. Serli*, du moins lorsqu'on n'a affaire qu'à des fragments peu étendus.

De même le *Mariopteris latifolia*, qui, dans le bassin de Valenciennes, est cantonné dans la zone supérieure, ou qui du moins n'a pas été observé jusqu'ici au-dessous de l'horizon supérieur de la zone moyenne, n'a été reconnu par M. L. Cremer que dans la moitié la plus basse de la zone inférieure. Mais, outre que son absence dans les charbons à gaz et flamnants est loin d'être définitivement établie, je dois dire que M. R. Kidston a également cité cette même espèce dans les *Lower Coal Measures* de l'Ayrshire, ainsi que dans les *Middle Coal Measures* du Yorkshire et du North Staffordshire; aussi, et bien que sa grande ressemblance avec le *Mar. acuta* soit de nature à prêter à confusion, suis-je disposé à admettre que le *Mar. latifolia* pourra peut-être quelque jour se retrouver également dans les zones moyenne et inférieure du bassin de Valenciennes; mais s'il n'y manque pas absolument, toujours est-il qu'il y est singulièrement rare, puisqu'il a jusqu'à présent échappé aux recherches, et qu'on peut, en tout état de cause, le maintenir au nombre des types caractéristiques de la zone de Bully-Grenay, où, sans être cependant commun nulle part, il se montre, tant au Levant-du-Flénu

que dans le Pas-de-Calais, relativement fréquent. Il est possible, d'ailleurs, qu'il se montre de même un jour plus ou moins répandu dans les couches supérieures du bassin de la Ruhr, lorsqu'on aura pu y procéder à des récoltes plus complètes.

De l'ensemble de ses observations, M. Leo Cremer a conclu qu'on pouvait subdiviser la série houillère de la Ruhr d'abord en deux grands groupes, le groupe inférieur, à flore pauvre, qu'il appelle *groupe du Neuropteris Schlehani* et qui correspond aux charbons maigres, et le groupe supérieur, à flore plus riche, qu'il désigne sous le nom de *groupe des Neuropteris*, et qui comprend à la fois les charbons gras, les charbons à gaz et les charbons flambants.

Le groupe inférieur se divise à son tour en deux zones : la plus basse, particulièrement pauvre en espèces, ne renferme un peu abondamment que *Sphenopteris Baumleri*, *Mariopteris acuta*, *Neuropteris Schlehani*, avec deux ou trois espèces de la flore de Culm, comme *Diplotmema elegans* et *Adiantites oblongifolius*. La seconde présente une flore un peu plus variée, comprenant notamment *Alethopteris lonchitica*, et surtout *Sphenopteris Hæninghausi* assez abondant ; il est assez probable, au surplus, que l'absence de ce dernier dans la zone inférieure n'est pas définitive, étant donné que, d'après les observations de M. Potonié, les *Sphenopteris Stangeri*, *Sph. Larischi* et *Sph. Schlehani* du Culm n'en diffèreraient pas spécifiquement et n'en représenteraient que de simples formes.

M. L. Cremer subdivise de même le groupe supérieur en trois zones : d'abord une zone de passage, qui comprend à peu près les deux tiers inférieurs des charbons gras : les *Sphenopteris* s'y multiplient, et parmi eux on remarque notamment *Sph. trifoliolata* et *Sph. Saureuri* ; le *Sph. Baumleri* et le *Neur. Schlehani* ne semblent pas dépasser son sommet.

La suivante embrasse le tiers supérieur des charbons gras et les charbons à gaz : elle possède encore le *Sphenopteris Hæninghausi* et le *Mariopteris acuta*, mais de plus en plus rares ; on y rencontre notamment les *Lonchopteris Bricei* et *Lonch. rugosa*, d'où le nom de *zone des Lonchopteris* que lui assigne M. L. Cremer ; le *Pecopteris abbreviata* s'y montre assez clairsemé, et l'on voit, dans sa région supérieure, apparaître le *Neuropteris rarineris*, en même temps que disparaître le *Neur. obliqua*.

Enfin la zone supérieure correspond aux charbons flambants : M. L. Cremer la désigne sous le nom de *zone du Neuropteris tenuifolia*, bien que cette espèce figure déjà dans la flore de la zone des *Lonchopteris*, mais elle est ici particulièrement abondante ; j'ai, du

reste, indiqué plus haut les caractères principaux de cette flore supérieure, et il est inutile de les rappeler.

Ainsi caractérisées, ces diverses zones se laissent aisément paralléliser avec celles du bassin de Valenciennes, comme l'a constaté M. L. Cremer, dont je n'ai pour ainsi dire qu'à reproduire les conclusions : tout d'abord le groupe des charbons maigres de la Ruhr, avec sa flore pauvre, correspond manifestement à la zone inférieure de Valenciennes, et, si l'on entre dans le détail, on est conduit à assimiler également deux à deux leurs subdivisions respectives, l'horizon supérieure des charbons maigres de Westphalie paraissant l'équivalent de l'horizon de Vicoigne, tandis que l'horizon inférieur, avec ses quelques espèces du Culm, semble devoir être identifié avec l'horizon d'Annœullin.

La zone de passage de M. Cremer, avec sa flore plus variée, mais dans laquelle les *Sphenopteris Hæninghausi* et *Alethopteris lonchitica* tiennent encore, en compagnie du *Neuropteris obliqua*, une place importante, vient se ranger tout naturellement dans la zone moyenne du Nord de la France, mais à sa partie inférieure, tandis que la suivante, ou zone des *Lonchopteris*, en représente les régions moyenne et supérieure. La zone moyenne du bassin de Valenciennes se trouve ainsi correspondre à l'ensemble des charbons gras et des charbons à gaz de la Ruhr.

Enfin la zone supérieure, des charbons flambants, ou du *Neuropteris tenuifolia*, comme la désigne M. Cremer, répond visiblement, malgré l'insuffisance actuelle des renseignements recueillis, à notre zone de Bully-Grenay.

On voit que les caractères paléophytologiques se montrent remarquablement constants dans les trois régions que j'ai passées en revue, le Nord de la France, l'Angleterre et la Westphalie, et que ceux qui m'avaient paru les plus saillants dans le bassin de Valenciennes, les plus propres à servir de guides pour la délimitation des étages, se sont révélés avec la même netteté à d'autres observateurs et sur d'autres points. De semblables constatations prouvent qu'ils méritent confiance, et permettent de compter qu'ils ne seront pas démentis ailleurs lorsqu'on s'y livrera aux mêmes études.

L'ÂGE DU CONGLOMÉRAT DE SACEL, JUD. GORJIU.

par Grégoire STEFANESCU (1).

Dans la séance du 16 avril 1894 de la *Société géologique de France*, mon compatriote, *M. Sabba Stefanescu*, a communiqué à la Société une note intitulée : « L'âge géologique des Conglomérats de *Muntenia* (2) » (Roumanie), note qui a été publiée dans le Bulletin de la Société géologique (troisième Série, tome XXII, page 229, année 1894). Dans cette note, *M. Sabba* dit :

« Dans le village de *Sacel*, sur la vallée de *Planita*, du district de Gorjiu, il y a un petit massif de conglomérat tertiaire. En 1884, *M. Grégoire Stefanescu* fut d'avis que les conglomérats qui forment ce massif sont *éocéniques*. Mais il n'a aucune preuve pour appuyer son dire. En 1888, dans une tranchée faite dans ces conglomérats pour ouvrir un chemin qui conduisait aux bains de cette localité, j'ai trouvé des coquilles fossiles qui se rapportent aux espèces suivantes :

<i>Cerithium disjunctum</i> Sow.	<i>Neritina gratelupana</i> Fer.
» <i>pictum</i> Bast.	<i>Melanopsis Bouei</i> Fer.
» <i>rubiginosum</i> Eichw.	<i>Martra Podolica</i> Eichw.

» Ces espèces se trouvent dans le bassin de Vienne et sont caractéristiques des couches sarmatiques ou couches à *Cerithes* (Sarmatische oder Cerithienstue). *J'affirme donc, avec certitude, que les conglomérats de Sacel, dans lesquels j'ai trouvé ces coquilles fossiles, ne sont pas éocéniques, mais miocéniques* ».

Voyons à présent ce que j'ai dit à propos de ce conglomérat dans l'*Annuaire du Bureau géologique*. J'ai dit : « Dans le » judetul (district) Gorjiu, il (l'Eocénique) ne forme qu'un petit » îlot, à *Sacel*, sur la vallée de *Crasna* (3), entouré des schistes » argileux *miocéniques*, avec des plaquettes marneuses et grésos » calcaires avec de nombreuses impressions de plantes et de pois » sons (4), etc. ».

(1) Note présentée à la séance du 17 Décembre 1894 ; manuscrit reçu le 3 Décembre. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 6 Janvier 1895.

(2) La Valachie.

(3) Faute d'impression, il fallait dire *Planita*.

(4) *Ann. du Bureau géologique*, page 51, an. 1882-1883, paru en 1884.

Ce que j'ai dit en 1883, je le maintiens en 1894, et je dirai plus loin quelles sont mes raisons. Pour le moment je veux répondre à la phrase « mais il n'a aucune preuve pour appuyer son dire ».

Il est vrai, comme on l'a vu plus haut, que je n'ai pas indiqué les motifs qui m'ont déterminé à considérer ce conglomérat comme *éocénique*, motifs que je ne pouvais pas, d'ailleurs, indiquer dans ce qui a été publié, en 1883, dans l'*Annuaire géologique*, car ce n'était qu'un rapport succinct adressé au Ministère pour lui rendre compte des travaux exécutés par les membres du Bureau dans la campagne de l'année 1883, et lui indiquer les grandes divisions géologiques que nous avions rencontrées dans la région que nous étions chargés d'étudier. Si M. Sabba Stefanescu m'avait demandé ces raisons, je les lui aurais données avec plaisir. Mes preuves pour l'âge de ce conglomérat ont été tirées, faute malheureusement de fossiles, du *faciès* et de la *composition* du conglomérat de Sacel, et surtout de la *tectonique* de la région, chose que M. Sabba a totalement négligée, preuves qui m'ont paru si puissantes, comme on le verra plus bas, que je n'ai pas hésité à teinter cet flot dans la feuille VI de la carte géologique générale de la Roumanie, avec la couleur de l'Eocénique, couleur adoptée par les Congrès géologiques internationaux dans les sessions de Bologne et de Berlin, époque à laquelle nous avons commencé à travailler à notre carte géologique.

Après avoir lu le travail de M. Sabba Stefanescu, j'ai consulté immédiatement mes notes et les roches que j'y avais ramassées et qui existent dans les collections de notre Bureau géologique. J'ai constaté que les choses ne peuvent pas être comme M. Sabba le croit avec tant de *certitude*. Cela ne m'a pas suffi; je me suis de nouveau rendu à *Sacel*, au mois de septembre dernier, pour étudier de nouveau la localité et voir si, par hasard, je ne m'étais pas trompé, en 1883, et j'en suis revenu encore plus convaincu de la différence d'âge entre le conglomérat de Sacel et les dépôts de schistes marneux, sables et grès en plaquettes qui l'entourent et que ceux-ci sont véritablement miocéniques, comme je l'ai indiqué déjà en 1883.

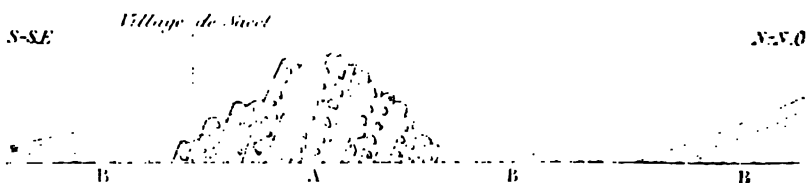
Du reste, mes confrères en jugeront d'après les arguments qui suivent :

1° Il existe une *discordance* bien marquée entre le conglomérat et les grès qui y sont intercalés avec les dépôts miocéniques qui l'entourent, dépôts dans lesquels M. Sabba a ramassé ses fossiles, et où moi-même j'en ai ramassé en 1883; ces fossiles existent dans les collections du Bureau géologique.

Voici quelle est la section prise en 1883, revue et vérifiée en 1894.

Le conglomérat a une inclinaison de 60° - 65° , tandis que les schistes marneux, sable et grès en plaquettes qui butent contre ce conglomérat n'ont qu'une inclinaison de 10° à 15° . La chose s'explique aisément : pendant que la mer miocénique couvrait cette région, le conglomérat de Sacel formait déjà un petit îlot à peine sorti du sein de la mer, et ses couches n'avaient qu'une très faible inclinaison. Après que les dépôts miocéniques se sont formés, un

Section de l'îlot éocénique de Sacel.



A. Conglomérat et grès éocénique. — BB. Schistes argileux, sable et grès en plaquettes miocéniques.

nouveau mouvement d'exhaussement s'est opéré, mouvement qui a redressé le conglomérat jusqu'à 65° et a dérangé de leur position originaire les couches miocéniques qui, vers le S., plongent dans la même direction que le conglomérat, c'est-à-dire du N.-N. O. vers S.-S. E., tandis que vers le N. elles plongent en sens inverse, c'est-à-dire de S.-S. E. vers N.-N. O.

Si on remonte vers le N. du côté du village *Crasna*, on rencontre avant d'arriver à ce village, un *synclinal* bien marqué et les couches miocéniques plongent de nouveau du N.-N. O. vers S.-S. E. (voyez la section).

2^o Le conglomérat et les bancs de grès intercalés sont dépourvus de fossiles ; tant en 1883 qu'en 1894, je n'ai pu trouver aucune trace de fossiles.

Les fossiles miocéniques indiqués par M. Sabba Stefanescu ne proviennent pas du conglomérat même, mais du grès en plaquettes qui se trouve intercalé entre les schistes argileux ; il m'a montré ce grès et il est tout à fait différent de celui du conglomérat.

3^o Les grès qui alternent avec le conglomérat sont en bancs assez épais, d'un grain grossier avec beaucoup de mica et d'une couleur bleue souvent assez foncée, tandis que le grès que M. Sabba m'a montré et dans lequel il a trouvé ses fossiles est intercalé dans les couches des schistes argileux miocéniques ; il est en plaquettes de 2 à 3 centimètres d'épaisseur d'un grain très fin, d'une couleur blanc-

jaundtre ; de plus, il est *calcaire*, tandis que ceux du conglomérat ne le sont pas.

4° Si à ces trois arguments nous ajoutons que le *faciès* et la *composition* de ce conglomérat (fragments de quartz, de micaschiste, de gneiss, des schistes amphiboliques, de calcaire jurassique, etc.), sont tout à fait identiques à ceux des conglomérats des judetuls (districts) *Argesch*, *Vilcea*, et *Muscel*, dans lesquels on a trouvé des *Nummulites* et que M. Sabba Stefanescu lui-même reconnaît être de l'âge *éocénique*, je crois qu'il ne reste aucun doute, malgré l'absence désespérante de fossiles, que le conglomérat de Sacel soit *éocénique* et non *miocénique*.

**DE L'ALIMENTATION D'UN GRAND BASSIN ARTÉSIEN
DANS LE DÉSERT (BAS SAHARA ALGÉRIEN) (1),**

par **Georges ROLLAND** (2).

(Pl. XV).

Le bas Sahara (planche XV, fig. 1 à 4 et figure dans le texte, p. 519), — dénomination que j'ai adoptée (3) pour la partie déprimée de notre Sahara qui s'étend dans le Sud de la province de Constantine et de la régence de Tunis (4), — a ceci de très remarquable qu'il coïncide avec un immense bassin d'eaux artésiennes, c'est-à-dire d'eaux souterraines, dotées de pression et, par suite, ascendantes ou jaillissantes.

Ce bassin artésien est un des plus importants qui existent à la surface du globe, et il offre cette particularité intéressante d'être situé en plein désert, dans le « *pays de la soif* ». D'où un contraste saisissant entre l'abondance de ses eaux souterraines et la sécheresse de sa surface.

J'ai déjà signalé ailleurs (5) les énormes volumes d'eau qui émergent ainsi dans le bas Sahara : eaux douces et potables, légèrement thermales, fournies soit par des sources naturelles, soit par des puits artésiens.

Au nord du Sahara de Constantine, dans la région de Biskra et à l'ouest de cette région, c'est la belle série des sources du Zab, dont

(1) Note présentée à la séance du 19 Novembre 1894 ; manuscrit reçu le 5 Novembre. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 7 Janvier 1895.

(2) Voir, pour suivre cet exposé, ma carte géologique du Sahara au $\frac{1}{5.000.000}$, de l'Atlas au Ahaggar et du Maroc à la Tripolitaine (*B. S. G. F.*, t. IX, 3^e Sér., pl. XIII, 1890).

(3) Georges ROLLAND. — Géologie du Sahara algérien et aperçu géologique sur le Sahara de l'Océan Atlantique à la mer Rouge (Challamel, éditeur, 1890).

(4) Par opposition avec la partie du Sahara algérien qui s'étend dans le sud des provinces d'Alger et d'Oran et à laquelle convient la dénomination inverse de haut Sahara.

(5) Georges ROLLAND. — L'Oued Rir' et la colonisation française au Sahara (Challamel, éditeur, 1887) ; — De l'utilisation des eaux artésiennes du bas Sahara algérien (Exposition universelle de 1889, Rapport au Congrès international pour l'utilisation des eaux fluviales) ; etc.

tous les débits totalisés approchent de 3 mètres cubes d'eau par seconde : — soit environ 90 millions de mètres cubes pendant une année entière. — Au sud, dans l'Oued Rir', ce sont des centaines de puits artésiens, dont les débits totalisés atteignent 4 mètres cubes d'eau par seconde : — soit 130 millions de mètres cubes annuellement. — Plus au sud, dans la région de Ouargla, ce sont encore de nombreux puits artésiens, dont le débit total dépasse 0^{me} 500 d'eau par seconde : — soit près de 20 millions de mètres cubes en un an.

D'autre part, dans le Sahara tunisien, on a les magnifiques sources du Djérid, à l'ouest, -- les célèbres sources de Gafsa, au nord, — la masse des petites sources du Nefzaoua, au sud, — et enfin, à l'est, les sources importantes de l'Aarad, le long du littoral du golfe de Gabès. Il faut signaler aussi, au bord du golfe de Gabès, les puits artésiens récemment forés dans la région dite de l'Oued-Melah, ainsi que les puits artésiens romains que l'on rencontre dans le sud de l'Aarad.

Ce n'est pas tout ; loin de là. En dehors de ces régions définies, vers lesquelles les eaux artésiennes affluent, et où elles se trouvent, pour ainsi dire, concentrées en volume et en pression, il existe, sur toute l'étendue du bas Sahara algérien et tunisien, une diffusion d'eaux artésiennes, qui imprègnent la masse des terrains sableux et perméables, comme une immense éponge, et qui donnent lieu sans doute à bien des nappes ignorées. D'une manière générale, dans tout le bas Sahara règne une nappe ascendante, d'un faible débit, qui remonte jusqu'au près de la surface, par pression et par capillarité, et qui épouse plus ou moins les ondulations du sol : c'est elle qui filtre dans les puits ordinaires des caravanes et de certaines oasis, dans les excavations des jardins du Souf, dans les bassins situés au fond des entonnoirs naturels qu'on rencontre çà et là ; elle qui, affleurant dans les dépressions du relief, alimente les sebkha et les chotts.

De toutes parts à lieu, sous le climat saharien, une évaporation active aux dépens de cette nappe supérieure. Aussi peut-on dire que les quantités d'eaux artésiennes qui se perdent ainsi de tous côtés, sont incomparablement plus grandes que les volumes débités par toutes les sources et par tous les puits jaillissants réunis du bas Sahara.

Mais aussitôt une question se pose à l'esprit : d'où viennent toutes ces eaux que renferme le sous-sol de régions immenses, où la pluie est, au demeurant, un phénomène accidentel, presque une ano-

malie ? D'où viennent les énormes volumes d'eau qui, sous un climat essentiellement sec, jaillissent des sources du Zab, du Sud tunisien, des artères artésiennes de l'Oued Rir', de Ouargla, et les quantités, encore bien plus considérables, dont se trouve imbibée la masse colossale des terrains sableux du bassin d'atterrissement du bas Sahara ? D'où viennent-elles et comment s'opère leur alimentation ?

Pour ce qui est des eaux artésiennes qui jaillissent le long de la lisière nord du bas Sahara ou à proximité, — sources naturelles du Zab algérien (1), à l'ouest, — sources naturelles et puits artésiens du Sud tunisien, à l'est, — la réponse n'est pas douteuse, et elle résulte avec évidence des faits observés soit aux griffons mêmes des sources, soit dans les régions environnantes. Toutes ces eaux sortent, visiblement ou non, mais indubitablement, des terrains crétacés ou suessoniens qui constituent les massifs contigus des montagnes de l'Atlas, au nord, et elles correspondent, sans qu'il y ait de contestation possible, à l'existence de nappes abondantes au sein des terrains en question. Toutes ces sources de la zone limite entre l'Atlas et le Sahara, — tant celles que l'on voit émerger au jour que les sources souterraines qui les accompagnent sous les atterrissements de la zone considérée, — sont alimentées par des nappes souterraines venant du nord, nappes alimentées elles-mêmes par les pluies et les neiges qui tombent sur les montagnes de l'Atlas, principalement sur les massifs importants et élevés des monts Aurès et Nemencha. On comprend fort bien, d'ailleurs, quand on a étudié la géologie de ces régions, que les nappes qui descendent ainsi du nord sous pression soient amenées à jaillir, partiellement tout au moins, par les affleurements et les fractures qui interrompent la continuité des couches aquifères, soit à la limite des massifs plissés de l'Atlas et de la plaine saharienne, comme au Zab, soit même dans les régions voisines de l'intérieur du Sahara où les terrains crétacés réapparaissent, comme dans le Sud tunisien (2).

Par contre, à l'intérieur du bassin artésien du bas Sahara, les faits résultant de l'observation directe des lieux donnent des indications beaucoup moins certaines quant au mode d'alimentation des eaux souterraines et, en réalité, les phénomènes correspondants sont beaucoup plus complexes.

(1) Géologie du Sahara, planche XIX.

(2) Géologie du Sahara, 1^{re} partie, Chap. I, § 1, III ; 2^e partie, Chap. I, § 5 ; 2^e partie, Chap. II, § 1, VI et § 3, II. — Planches IV ; XI, fig. 3 et 3bis, et XXV, fig. 4 ; etc.

Est-ce par le Sud ou par le Nord que s'alimentent les eaux artésiennes de l'Oued Rir', celles de Ouargla ? Question souvent controversée.

Dès le retour de mon premier voyage d'études au Sahara, en 1880, je me suis inscrit contre l'opinion, encore la plus répandue, d'après laquelle l'alimentation des eaux artésiennes du bas Sahara se ferait *par le Sud*. Il y avait là une fausse apparence, suggérée par l'inspection des cartes géographiques, où l'œil est surtout frappé par la vue des grandes artères hydrographiques de l'Oued Mya, de l'Igharghar et de l'Oued Rir' dont les eaux superficielles s'écoulent, en effet, du sud au nord. J'ai soutenu, au contraire, que les eaux artésiennes du bas Sahara algérien et tunisien, viennent, pour la majeure partie tout au moins, *du Nord*, et qu'elles descendent, superficiellement ou souterrainement, des massifs montagneux de l'Atlas. « Leur alimentation, disais-je à ce propos (1), s'opère de deux manières principales : par les eaux météoriques qu'absorbent les terrains dits d'atterrissement du bas Sahara, et par les eaux déjà artésiennes qui proviennent des terrains crétacés de l'Atlas. Il y a d'abord les eaux de pluie et les eaux courantes des vallées, qui s'infiltrèrent en partie dans les sols perméables du bas Sahara, soit directement, soit par l'intermédiaire des grandes dunes de sable ; elles descendent souterrainement en vertu de la pesanteur, acquièrent ainsi de la pression et deviennent susceptibles de jaillir dans l'intérieur du bassin. Or, pour ce qui est de ce premier mode d'alimentation, l'appoint le plus important est fourni par les rivières qui descendent des montagnes du Nord, Oued Djeddi, Oued Biskra, Oued et Arab, Oued Tarfaoui, lesquelles présentent des crues volumineuses et torrentielles après les pluies d'hiver et lors de la fonte des neiges, au printemps. En second lieu, les eaux fournies annuellement par les pluies et la fonte des neiges qui tombent sur les montagnes du Nord, dont les altitudes atteignent 2300 mètres dans l'Aurès (pl. XV, fig. 1), s'infiltrèrent elles-mêmes en partie dans ces massifs montagneux et sont absorbées par les couches perméables qu'elles y rencontrent ; ainsi prennent naissance, dans l'Atlas, d'abondantes nappes, qui circulent souterrainement et s'écoulent, avec pression croissante, vers le Sud, pour aller réapparaître dans le bas Sahara, à plus de 2000 mètres en contre-bas des lieux d'origine, et pour y jaillir soit directement au jour, comme au Zab, soit sous une certaine épaisseur de terrains, où elles remontent ensuite, comme

(1) G. ROLLAND. — L'Oued Rir' et la colonisation française au Sahara (Challamel, éditeur, 1887).

dans l'intérieur du bassin. Or, ce second mode d'alimentation se fait exclusivement par le Nord ».

Il est vrai que ces lignes s'appliquaient surtout à la moitié septentrionale du bas Sahara : mais c'est la plus intéressante, celle qui renferme l'immense majorité des eaux artésiennes du bassin en question. Assurément, dans les parties méridionales du bassin, et déjà même dans sa partie centrale, comme à Ouargla (pl. XV, fig. 2), les appoints fournis par les eaux météoriques qui tombent sur les versants hydrographiques de l'Oued Mya et du bas Igharghar, au sud (ou même du Mزاب, à l'ouest), acquièrent relativement une beaucoup plus grande importance ; mais je me refuse à voir de ce côté, au sud, l'origine du courant principal d'alimentation soit de l'Oued Rir', soit de la grande masse des eaux artésiennes de la partie basse du bas Sahara, plus au nord. Quant aux régions artésiennes situées beaucoup plus au sud, — tels que les bassins de Timassinin, d'Amguid, le long du haut Igharghar, — il est bien évident qu'inversement leurs eaux viennent en majeure partie du sud et descendent des massifs montagneux des Touaregs (Ahaggar, Tassili des Azdjer, etc.) ; mais ces régions n'appartiennent plus à ce que j'ai appelé le bas Sahara, et il s'agit là, en réalité, de bassins distincts et locaux, dans le Sahara central.

Je vais maintenant passer en revue les divers modes d'alimentation qui se trouvent succinctement visés dans la citation précédente.

I. — Alimentation par les eaux météoriques.

1° ABSORPTION DIRECTE DES EAUX DE PLUIE A LA SURFACE DU SOL.

On peut évaluer que la hauteur moyenne de pluie qui tombe annuellement dans le bas Sahara algérien est de 120 à 135 millimètres. C'est plus qu'on ne suppose peut-être généralement sous un semblable climat, mais c'est encore quatre ou cinq fois moins qu'en France.

A la lisière nord du bas Sahara et au pied des montagnes de l'Aurès, la hauteur annuelle de pluie est supérieure ; mais elle ne dépasse guère 200 millimètres à Biskra, ni même à El Kantara. Puis elle diminue rapidement vers le sud, à la surface des vastes plaines du bas Sahara, où telle ou telle région reste parfois des séries d'années sans pluie appréciable. Par contre, beaucoup plus au sud et aux approches des montagnes du Ahaggar, les pluies redeviennent moins rares, bien qu'on y cite encore de longues

périodes de sécheresse ; mais il s'agit alors du Sahara central et non plus du bas Sahara.

D'ailleurs, les eaux météoriques qui tombent ainsi, en quantités variables, à la surface du bas Sahara, sont loin d'être entièrement absorbées par le sol. Ce n'est guère que de celles qui tombent sur les massifs de grandes dunes et sur les régions d'alluvions en sables meubles ou mi-meubles, que l'on peut dire qu'elles sont aussitôt bues par les terrains, alors très perméables, de la surface, et emmagasinées dans le sous-sol en proportion notable : encore faut-il tenir grand compte de l'évaporation qui s'exerce sur une certaine épaisseur des terrains imbibés. Par contre, les *hamada* recouvertes de croûtes calcaires ou gypso-calcaires, concrétionnées et compactes, présentent des sols imperméables, dont les eaux de pluie, même torrentielles, mouillent à peine la surface, bientôt redevenue sèche, soit qu'elles glissent sur les pentes en s'écoulant vers les thalwegs, soit qu'elles séjournent çà et là en formant des flaques d'eau, qui s'évaporent elles-mêmes peu à peu et généralement assez vite ; dans certaines régions toutefois, la carapace est craquelée, et les fentes qui la sillonnent permettent au sous-sol de bénéficier, dans une mesure appréciable, des eaux tombées à sa surface.

Entre les deux types extrêmes, — dunes de sable et carapace compacte, — se place toute une série de sols d'atterrissement de perméabilité variable, dont les éléments sableux sont plus ou moins agglutinés ou cimentés par du gypse calcaire, plus ou moins mélangés d'argile ou, au contraire, de graviers (sans parler des sols marneux ou limoneux, etc.). Dans quelle proportion les eaux de pluie sont-elles absorbées par ces terrains divers ou rendues à l'atmosphère par l'évaporation ? Cela est impossible à évaluer ; mais, somme toute, je considère, d'après de nombreuses observations, que les appoints directement fournis par les pluies accidentelles dont il s'agit aux eaux souterraines du bas Sahara, sont bien loin de compenser les pertes qui ont lieu, d'une manière générale et constante, sous l'effet de l'évaporation, aux dépens de la nappe ascendante supérieure du sous-sol. Je dirai plus : à mon sens, ces pertes par évaporation ne sont pas même compensées, tant s'en faut, par la totalité des apports dont les pluies du bas Sahara font bénéficier, d'une manière ou d'une autre, les eaux souterraines, et, en m'exprimant ainsi, je n'envisage plus seulement les quantités de pluie absorbées par le sol même où elles tombent, — celles dont il vient d'être question, — mais encore les infiltrations auxquelles ces pluies donnent lieu, en outre, le long des oueds, — et dont je parlerai plus loin.

Ainsi donc, règle générale, les terrains du bas Sahara bénéficient beaucoup moins des eaux météoriques qu'on ne pourrait le croire, à en juger par les quantités de pluie qui tombent sur eux. Il y a lieu cependant, d'après ce qui précède, d'excepter certains sols spéciaux et surtout les dunes de sable : celles-ci méritent même d'être signalées tout particulièrement par le rôle remarquable qu'elles jouent dans l'alimentation des eaux souterraines du bas Sahara.

Ces grands massifs de sable (1) (pl. XV, fig. 2 et 3) forment intérieurement de véritables, d'immenses *réservoirs d'eau*, suivant une heureuse expression du général Philebert (2). En effet, toutes les eaux de pluie qui tombent sur les grandes dunes, toutes celles des oueds qui s'y rendent et s'y perdent, se trouvent aussitôt absorbées comme par une éponge ; elles pénètrent facilement à l'intérieur de masses aussi perméables, et, au-delà d'une certaine épaisseur, y échappent complètement aux effets de l'évaporation extérieure ; elles y descendent en vertu de la pesanteur, sauf ce que la capillarité maintient disséminé dans la masse (ou même fait remonter vers la surface, sous l'appel de l'évaporation). Il se forme ainsi de larges nappes, d'allure confuse, qui règnent vers la base des accumulations de sable ; ces nappes affleurent dans certaines dépressions entre les dunes, où les indigènes creusent des sortes de puits instantanés ; elles filtrent ordinairement vers la lisière des grandes chaînes de dunes, où elles constituent une catégorie spéciale de lignes d'eau superficielles (3).

Il y a là une singulière antithèse de la nature. Les dunes de sable ne sont-elles pas le résultat le plus caractéristique de la sécheresse du climat saharien ? Or, parmi tous les terrains du Sahara, ce sont précisément elles qui contribuent le plus à corriger les effets de cette sécheresse, en protégeant et conservant précieusement l'eau que le ciel envoie au désert avec parcimonie.

En outre, les nappes intérieures des grandes dunes de sable donnent lieu forcément à des infiltrations dans les parties perméables des terrains sous-jacents. Elles contribuent ainsi à l'alimentation des eaux souterraines du bassin du bas Sahara, et l'on peut admettre, comme une règle générale, que, dans le voisinage des

(1) Géologie du Sahara, 3^e partie. — B. S. G. F., tome X, 3^e Sér., 1881.

(2) Général PHILEBERT. — La conquête pacifique de l'intérieur africain, pages 97 et suivantes (E. Leroux, éditeur, 1889).

(3) Georges ROLLAND. — Orographie et hydrographie du Sahara algérien (*Bulletin de la Société de Géographie*, 1882).



ALIMENTATION D'UN GRAND BASSIN ARTÉSIEN DANS LE DÉSERT 513

grands massifs de sable, le sous-sol sera toujours, toutes choses égales, plus aquifère qu'ailleurs.

Une remarque à faire ici, c'est que ce mode d'alimentation par l'intermédiaire des grandes dunes se fait surtout par le Sud, contrairement aux autres modes d'alimentation que nous étudierons plus loin : cela résulte, en effet, de la répartition des grandes dunes à la surface du bas Sahara (1). Il est vrai toutefois que l'observation ne s'applique guère qu'à l'alimentation de la partie méridionale du bas Sahara, de beaucoup moins riche en eaux souterraines que la partie septentrionale.

2^e INFILTRATION DES EAUX COURANTES DES VALLÉES DANS LE SOUS-SOL

Le bassin du bas Sahara, — bassin d'atterrissement au point de vue géologique, bassin artésien au point de vue hydrologique, — occupe les parties centrales et basses d'un bassin hydrographique fermé, d'étendue encore plus considérable, le *bassin hydrographique du chott Melrir* (2).

Les *oueds* ou rivières de ce bassin, de même qu'en général les oueds sahariens, voient leurs eaux courantes disparaître graduellement par infiltrations successives dans la série des couches géologiques qu'entaille la cuvette de leurs lits, et par absorption du sous-sol aux affleurements perméables que ces eaux rencontrent le long de leur parcours. Les phénomènes de cet ordre se produisent même avec une facilité particulière dans les terrains sableux et perméables, tels qu'en présentent si fréquemment les atterrissements du bas Sahara. Alors prennent naissance une série de nappes aquifères qui, lorsque la coupe et le plongement de la formation s'y prêtent, deviennent artésiennes en profondeur et se rassemblent souterrainement vers l'intérieur du bassin. Il faut remarquer, d'ailleurs, que les eaux courantes de la surface dont bénéficient ainsi, par infiltrations le long des oueds, les eaux souterraines, ne proviennent pas seulement de l'excédent des pluies tombées dans l'intérieur même du bas Sahara : elles reçoivent, en outre, des régions d'amont de ces mêmes oueds, une série d'apports parfois beaucoup plus importants, et cela du fait des eaux météoriques qui tombent en dehors et autour du bas Sahara, mais néanmoins encore dans son bassin hydrographique.

En apparence, les deux grandes vallées que le bas Sahara reçoit

(1) Voir ma carte géologique, tome IX, 3^e Sér., pl. XIII.

(2) *Bulletin de la Société de Géographie*, 1882.

du sud, l'Oued Mya et l'Oued Igharghar, sembleraient devoir jouer un rôle prédominant dans ce mode d'alimentation. Mais, en réalité, elles apportent aux eaux souterraines du bas Sahara un contingent incomparablement moindre que les oueds du versant nord du bassin.

L'oued Mya, qui se développe tout entier à la surface des plateaux sahariens, récolte une quantité d'eaux pluviales bien inférieure à ce que pourrait faire supposer à première vue l'étendue de son bassin hydrographique. Celui-ci est trop vaste cependant pour que l'Oued Mya ne présente pas un écoulement d'un certain volume, attesté en effet par une série de nombreux puits. Or, il est rationnel d'admettre qu'une partie des eaux qui se rassemblent ainsi dans le bas Oued Mya, s'infiltre en amont de la dépression de Ouargla et contribue, voire même largement, à l'alimentation du réservoir artésien qui règne sous cette dépression. Mais il est plus que douteux que cela suffise pour alimenter le réservoir en question et pour faire face au débit actuel de ses puits, — soit à près de 20 millions de mètres cubes d'eau par an.

Quant à l'Igharghar, il est, du moins dans la partie supérieure de son cours, beaucoup plus riche en eaux que l'Oued Mya ; car le haut Igharghar et ses affluents, bien qu'également sahariens, descendent des montagnes du Sahara central (Tassili des Azdjer, monts Ahaggar, etc.) (pl. XV, fig. 1), et récoltent des quantités certainement notables d'eaux météoriques. Mais cela n'est vrai que du haut Igharghar, dont les eaux alimentent spécialement les bassins artésiens du Sahara central (bassin d'Amguid, bassin de Timassinin). Je considère qu'une faible portion de ces eaux franchit, le long du thalweg même de l'Igharghar, le plateau de Tingher, de manière à parvenir dans le bas Sahara : pour ce qui est du bas Igharghar même, il me semble relativement très pauvre en eau, en tant qu'oued.

Assurément le sous-sol de toute la région des gassi est aquifère, sans doute même abondamment ; mais cela paraît dû aux grandes dunes environnantes (pl. XV, fig. 2), bien plutôt qu'à l'Igharghar lui-même. Quoi qu'il en soit, il est évident que les eaux souterraines de la région du bas Igharghar interviennent dans l'alimentation des régions artésiennes du bas Sahara qui se trouvent en contre-bas ; elles doivent, en particulier, fournir quelque appoint au réservoir artésien de l'Oued Rir', situé sur le prolongement direct de l'Igharghar ; mais l'appoint en question est évidemment tout-à-fait en sous-ordre par rapport aux volumes d'eau qui circulent dans l'Oued Rir'.

souterrain (pl. XV, fig. 4, et figure dans le texte, p. 519), — lequel débite, rien que par ses puits jaillissants, 130 millions de mètres cubes annuellement.

Je passe sur les oueds du versant occidental du bas Sahara, qui sont relativement peu importants et ne viennent que du haut Sahara, et j'arrive aux oueds que le chott Melrir reçoit par le nord et qui, descendant des massifs montagneux de l'Atlas (pl. XV, fig. 1), constituent des lignes d'eau incomparablement plus abondantes que les précédentes. Les principales sont, de l'ouest à l'est : d'abord l'Oued Djeddi, qui prend sa source au loin, à l'ouest, dans le Djebel Amour ; puis la série des oueds Biskra, El Abiod, Guechtane, El Arab, Ouazzern, Bou Doukhan, Djarreuch, etc., qui viennent droit des monts Aurès et Nemencha (partie occidentale) ; plus à l'est, il y a lieu de signaler ensuite l'oued Tarfaoui, qui descend des montagnes des Nemencha (partie orientale) et des Frachich, et se jette dans le chott Gharsa.

Chiffrer le volume total des eaux qui arrivent ainsi annuellement au bassin du bas Sahara, est chose difficile. J'ai cherché cependant à m'en rendre compte approximativement, et j'estime qu'au total, de l'Oued Djeddi à l'Oued Tarfaoui, les apports réunis de tous les oueds, grands ou petits, du versant nord des bassins du Melrir et du Gharsa, représentent, à leur entrée dans le bas Sahara, au moins 500 millions de mètres cubes d'eau par an.

Mais jusqu'à quel degré les eaux souterraines de la profondeur du bassin artésien du bas Sahara bénéficient-elles des eaux courantes qui circulent à la surface de ses régions septentrionales ? Dans une mesure assurément notable, mais toutefois dans une proportion moindre, à mon avis, que ne sembleraient l'indiquer les infiltrations et déperditions considérables que j'ai signalées (1) le long des oueds de la plaine nord du Melrir.

Et d'abord, je ferai observer que la partie des eaux des grandes crues qui arrive jusque dans les cuvettes mêmes des chotts, se trouve dès lors presque entièrement perdue pour les nappes souterraines de la profondeur ; car ces cuvettes ont leurs fonds généralement tapissés par des dépôts argilo-marneux et imperméables, qui retiennent l'eau. Les vastes lacs et marécages, auxquels donnent lieu, dans les parties basses des chotts, les eaux amenées accidentellement par les grandes crues, subsistent plus ou moins longtemps pendant l'hiver et le printemps, et si, en été, ils baissent de niveau

(1) Georges ROLLAND. — *Géologie du Sahara*, 3^e partie, chap. II, § 2, II et III.

et se dessèchent peu à peu par places, c'est sous l'effet de l'évaporation et non par infiltration dans le sous-sol.

Il est vrai qu'il ne s'agit là que d'une faible fraction du volume des crues, dont la majeure partie ne coule pas jusqu'aux chotts et se trouve absorbée par les alluvions sablo-limoneuses de la plaine d'amont. De même, les eaux qui, en dehors des crues, filtrent d'une manière permanente au travers des graviers et des alluvions des oueds, s'infiltrent peu à peu et naturellement dans le sous-sol : quand on les ramène au jour afin d'irriguer les cultures, elles sont bues par les terres, d'où une faible partie retourne au sous-sol, l'autre se perdant par évaporation.

Mais la plupart des eaux, dont s'imbibent ainsi les alluvions limoneuses de la plaine nord du Melrir, ne doivent pas descendre profondément dans les terrains sous-jacents. Car, au-dessous de ces alluvions, elles rencontrent des formations fluvio-lacustres ou lacustres, qui constituent, en général du moins, un sous-sol imperméable. A leur contact se forme la nappe peu profonde dont j'ai parlé. Celle-ci doit présenter, en raison de la pente générale, un certain écoulement vers le sud, et une partie de ses eaux vient filtrer en aval sur la bordure des chotts ; le reste est gardé par les alluvions de la plaine, et, en été, tend à remonter par capillarité vers la surface et à s'y évaporer peu à peu. Ces eaux n'iraient alors ni d'une manière, ni de l'autre, aux nappes souterraines.

Toutefois, il y a lieu de faire exception pour la lisière septentrionale de la plaine du Melrir. Au nord de cette plaine, en effet, et le long du pied de la montagne, le terrain pliocène (1) est fortement redressé et, de plus, profondément entaillé par les dénudations de l'époque quaternaire et par les oueds actuels. A leur débouché dans le Sahara, les oueds descendant de l'Aurès et des Nememcha recourent ainsi transversalement une série assez puissante de couches qui se présentent par leurs tranches, et, bien que celles-ci soient en majeure partie marno argileuses, elles ne laissent pas que de comprendre des intercalations de sables, de grès et de poudingues (étage fluvio-lacustre l_1). Ces niveaux intercalaires, étant perméables, absorbent au passage une certaine quantité d'eau, qui peut ensuite, grâce au plissement général de la formation, descendre en profondeur vers le sud.

D'autre part, à l'ouest du chott Melrir, l'étage lacustre l change latéralement de composition, en passant à un terrain de transport,

(1) Géologie du Sahara, 2^e partie, chap. 1, § 5, 1 ; 2^e partie, chap. II, § 1, III et VI ; etc. — Pl. XXV, fig. 4, a et 6.



ALIMENTATION D'UN GRAND BASSIN ARTÉSIEN DANS LE DÉSERT 517

et, non loin de ce côté, sous le petit désert de Morran (1), les sables arrivent à dominer dans l'ensemble du terrain saharien. Aussi est-il probable qu'à l'ouest du méridien de Biskra, les eaux de l'Oued-Djeddi trouvent, sur un certain parcours tout au moins, plus de facilité à s'infiltrer dans le sous-sol : elles pénétreraient alors dans les formations sous-jacentes, dont le prolongement a lieu, d'ailleurs, vers le sud-est, et fourniraient un certain appoint aux eaux souterraines de l'Oued Rir' et du chott Melrir.

Néanmoins, les considérations qui précèdent tendent à montrer que, somme toute, la part contributive des oueds du nord, eux mêmes, dans l'alimentation des eaux souterraines du bas Sahara, doit être réduite à une proportion relativement restreinte.

A l'appui de cette manière de voir, une autre considération intéressante est celle des altitudes.

En vertu de leur pression hydrostatique, les eaux souterraines du bas Sahara ne sauraient remonter, soit naturellement, soit par les sondages, plus haut que leurs points d'infiltration : avec leurs pertes de charge, elles doivent même remonter notablement moins haut. Il est vrai que la capillarité peut relever le niveau de la nappe ascendante supérieure ; mais son action est nulle sur les nappes profondes que nous avons en vue ici. Or, les altitudes maxima de la surface dans les régions septentrionales du bas Sahara, où ont lieu les infiltrations principales des oueds du nord au profit des eaux artésiennes de l'intérieur du bassin, sont comprises, en chiffres ronds, entre 120 et 150 mètres. On ne saurait guère admettre, dès lors, que les eaux artésiennes de cette provenance remontent plus au sud que l'extrémité méridionale de l'Oued Rir', où les altitudes approchent de 100 mètres.

Mais, dans l'Oued Rir' même, les altitudes de la surface varient d'une centaine de mètres d'une extrémité à l'autre de la vallée. Ces altitudes sont trop différentes entre elles, eu égard au faible écart entre leur moyenne et la moyenne des altitudes à la lisière nord du bassin du Melrir, pour que, si les eaux artésiennes de l'Oued Rir' provenaient en majeure partie d'infiltrations à cette lisière nord du bassin, elles ne dussent présenter des variations notables de pression suivant les diverses parties de l'artère souterraine. Or, on constate, au contraire, que l'altitude a peu d'influence sur la pression des eaux artésiennes dans les diverses régions de l'Oued Rir' : cela prouve que ces eaux sont alimentées concurremment par d'autres sources, possédant une pression supérieure et provenant d'infiltrations à des niveaux plus élevés.

(1) Ibidem. — 2^e partie, chap. I, § 4, II ; pl. XX.

II. — Alimentation par les eaux souterraines

1^{re} INFILTRATIONS DUES AUX SOURCES (VISIBLES OU NON) DE LA LISIÈRE NORD DU BAS SAHARA

Le rôle joué par les sources de la lisière nord du bas Sahara dans l'alimentation de l'intérieur de son bassin artésien est surtout établi avec netteté pour les sources naturelles du Zab occidental. M. Jus a démontré, en effet, que les eaux artésiennes de l'Oued Rir' proviennent, non en totalité assurément, mais en partie, des sources en question.

D'une manière générale, les phénomènes d'infiltration ont une grande importance dans tout le Zab occidental (ainsi que dans une partie, tout au moins, du Zab central). On voit fréquemment de petites rivières souterraines, d'abord très peu profondes, se former à l'aval des sources de la surface : des rivières analogues doivent être engendrées dans le sous-sol par les sources similaires, mais souterraines et plus ou moins profondes, dont l'existence tout le long de la zone considérée n'est pas douteuse. Les eaux de cette série de rivières souterraines s'écoulent vers le sud-est-sud, conformément au plongement général des terrains, et s'approfondissent graduellement dans cette direction. Elles doivent se rassembler en profondeur suivant certains thalwegs principaux et certaines zones de plus grande perméabilité, de manière à engendrer des cours d'eau collecteurs, capricieux et étagés, descendant d'ailleurs toujours vers le sud-est-sud et devenant progressivement artésiens en s'approfondissant, bien qu'avec fortes pertes de charge. Or, toutes ces eaux souterraines passent ainsi sous le petit désert de Morran et vont dans la direction du chott Melrir et de l'Oued Rir'. Ce sont elles, d'après M. Jus, qui contribuent le plus à l'alimentation de l'artère artésienne de l'Oued Rir'.

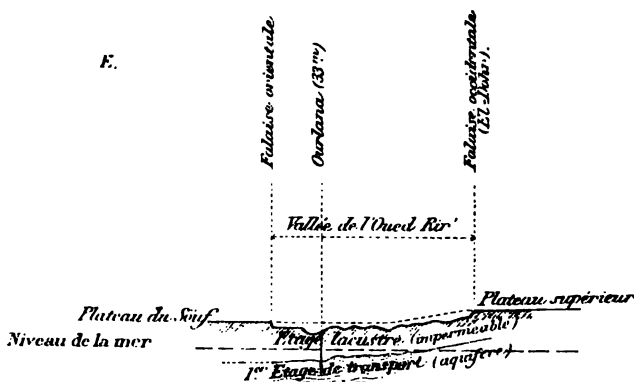
M. Jus admet l'existence d'une rivière souterraine principale qui descendrait du Zab occidental vers le sud-est-sud, passerait à peu près sous El-Badj (1) et aboutirait dans les sables perméables d'un grand bassin, situé sous la région des chotts Ben-Challi, Oued Khouf et Si-Radouan (dépendances occidentales du chott Melrir), au sud-ouest. Sous cette dernière région, se trouverait un vaste réservoir d'eaux souterraines sous pression, d'où se détacherait vers le sud l'artère artésienne de l'Oued Rir' (pl. XV, fig. 4).

(1) Géologie du Sahara, pl. XIX.

Une autre grande rivière souterraine, située plus à l'ouest, et descendant de même du Zab occidental vers le sud-est-sud, aboutirait à la région centrale de l'Oued Rir' : là, elle donnerait lieu à une artère secondaire d'eaux artésiennes, dont j'admets, en effet, l'existence sous cette région, artère oblique, dont le confluent avec l'artère principale est situé vis-à-vis d'Ourlana (aux environs du chria Tiyounin S'rir et de Tala-em-Mouïdi) (1).

Il n'y a rien que de rationnel et de vraisemblable dans ces hypothèses.

La conception d'un grand réservoir souterrain, sous la région sud-ouest du chott Melrir, semble juste en principe, bien que difficile à préciser. Avec un semblable réservoir au nord de l'Oued Rir', il est naturel que, l'étage lacustre l (2) se relevant de là vers le sud, les eaux sous pression remontent sous la couverture dans cette direction et soient refoulées, le long de l'Oued Rir', suivant la zone de plus grande perméabilité des sables inférieurs, à l'aplomb de cette



Profil hydrologique transversal par la région centrale de l'Oued Rir'.

$$\text{Echelles : Bases} = \frac{1}{800.000} ; \text{Hauteurs} = \frac{1}{10.000}.$$

vallée (pl. XV, fig. 4, et figure ci-jointe dans le texte). Il n'y a aucun inconvénient à admettre que l'alimentation de l'artère artésienne de l'Oued Rir' se fasse ainsi de bas en haut ; on peut seule-

(1) Géologie du Sahara, pl. XXIV, fig. 4.

(2) Géologie du Sahara, 2^e partie, chap. I, § 3, et chap. II, § 1, II.

ment se demander alors de nouveau comment la pression de ses eaux souterraines ne diminue pas nettement vers le sud, à mesure que l'altitude augmente.

Les altitudes des sources de la surface du Zab occidental, en effet, sont de 120 à 172^m. A leurs bouillons, les eaux artésiennes perdent évidemment toute pression hydrostatique, et il n'y a lieu de considérer, pour ce qui est de la pression des eaux souterraines qui en dérivent, que les différences de niveau en dessous des sources. Or, les différences entre les altitudes de celles-ci et les altitudes de l'Oued Rir' ne sont pas considérables, et elles sont comparables aux différences de niveau d'une extrémité à l'autre de l'Oued Rir'. Dans ces conditions, si les sources apparentes du Zab occidental alimentaient seules l'artère souterraine de l'Oued Rir', la pression des eaux souterraines devrait varier davantage le long de cette artère.

Il est vrai que l'intervention d'une seconde artère artésienne, venant rejoindre l'artère principale au centre de l'Oued Rir', rend plus complexe la question des pressions hydrostatiques le long de celle-ci. Il est fort possible du reste que les pertes soient moindres suivant la seconde rivière d'alimentation qui descendrait ainsi du Zab occidental, ce qui permettrait d'expliquer les pressions maxima que l'on observe dans la région centrale de l'Oued Rir'.

D'autre part, il faut reconnaître que l'objection basée sur les altitudes ne s'applique plus, quand on tient compte non seulement des sources de la surface du Zab occidental, mais encore de toutes ses sources souterraines. Car les eaux artésiennes de ces dernières sources, en s'épanchant souterrainement dans les couches perméables d'atterrissement, conservent tout ou partie de leur pression originelle.

Somme toute, la thèse, mise en avant par M. Jus, de l'alimentation de l'Oued Rir' par le Zab occidental, doit être considérée comme traduisant une réalité, et je l'admets, pour ma part, à condition toutefois qu'elle n'ait pas la prétention d'être exclusive de tout autre mode d'alimentation.

D'ailleurs, le débit total de toutes les sources visibles du Zab occidental représente moins de 63 millions de mètres cubes par an : or, ce n'est pas la moitié des quantités d'eau débitées par l'ensemble des puits jaillissants de l'Oued Rir'. Par contre, toutes les eaux qui descendent ainsi du Zab occidental vers le sud-est-sud, sont loin d'arriver intégralement à l'artère artésienne de l'Oued Rir' : une bonne partie d'entre elles doit se perdre en route, par infiltrations latérales le long de leurs parcours souterrains, et contribuer à l'ali-

mentation de l'ensemble des régions environnantes du bassin artésien du bas Sahara.

A l'est du Zab occidental, les sources voisines du Zab central ne sauraient manquer de donner lieu à des phénomènes analogues d'infiltrations souterraines vers le sud. J'estime toutefois qu'une proportion déjà moindre des eaux, visibles ou non, qui s'écoulent de cette région dans la direction du Melrir, réussit à se frayer passage jusque vers la profondeur.

Plus à l'est, la lisière nord du Zab oriental est presque dépourvue de sources, apparentes du moins, et il en est de même jusqu'aux approches de la frontière tunisienne. Au-delà, les sources du Sahara tunisien semblent trop écartées, à l'extrémité nord-est du bas Sahara (1), pour jouer un rôle de quelque importance dans l'alimentation artésienne de l'intérieur du bassin d'atterrissement; elles sont d'ailleurs situées en contre-bas, sauf par rapport à la zone proprement dite des chotts (et à une partie des régions adjacentes).

2^o HYPOTHÈSE D'AUTRES SOURCES SOUTERRAINES D'ALIMENTATION A L'INTÉRIEUR DU BASSIN.

Indépendamment des divers modes d'alimentation que je viens de passer en revue, y a-t-il lieu d'admettre, ainsi que j'en avais émis l'hypothèse à propos de l'Oued Rir' (2), l'existence en profondeur d'autres sources alimentaires, situées sous les atterrissements du bas Sahara et sortant, suivant certaines lignes, des terrains crétacés sous-jacents ?

Dans ma *Géologie du Sahara*, j'ai montré (3) que les terrains crétacés forment une large ceinture tout autour du bassin d'atterrissement du bas Sahara et plongent de toutes parts sur ces atterrissements, de manière à figurer une immense cuvette, que j'ai décrite sous le nom de *cuvette crétacée du Melrir* (pl. XV, fig. 2 et 3) : cuvette dissymétrique, avec pentes très faibles à l'est et au sud, plus sensibles à l'ouest et très fortes au nord. Ils règnent certainement avec continuité sur toute l'étendue des atterrissements du bassin considéré.

Ces terrains crétacés, qui appartiennent respectivement à la Craie moyenne et à la Craie supérieure, présentent des alternances de

(1) B. S. G. F., tome IX, 3^e Sér., pl. XIII.

(2) Georges ROLLAND. — Exploration géologique et hydrologique au Sahara (*Association française pour l'avancement des Sciences*, 1880).

(3) *Géologie du Sahara*, 1^{re} partie, chap. II, § 1. — Pl. IV.

couches et de massifs perméables, en calcaires et en grès, et imperméables, en marnes et argiles. Ils renferment à certains niveaux des nappes aquifères, dont l'abondance dépend de leurs conditions d'alimentation : ces nappes doivent naturellement se rencontrer vers la base des couches ou des massifs perméables, quand leurs eaux ne possèdent pas ou guère de pression hydrostatique et, au contraire, vers leur partie supérieure, quand elles sont artésiennes. On comprend, d'ailleurs, que la disposition générale en cuvette amène les eaux souterraines à descendre vers l'intérieur du bassin et soit favorable à la formation de nappes artésiennes.

A vrai dire, la présence de nappes d'eau d'une certaine abondance au sein des terrains crétacés de l'intérieur du Sahara est assez difficile à prouver directement. En effet, dans les régions où leurs couches apparaissent à la surface, ce sont des *hamada* ou plateaux arides qui occupent les parties en relief de l'orographie générale, et le sous-sol doit alors, toutes choses égales, être plus pauvre en eaux souterraines. Par contre, dans les régions basses vers lesquelles les eaux souterraines tendent à descendre et à se rassembler, les couches crétacées sont masquées par les atterrissements.

Il n'est pas douteux cependant que les terrains crétacés du Sahara sont plus ou moins aquifères, même sous les *hamada*.

A l'Ouest du bas Sahara, j'ai parlé ailleurs (1) des eaux souterraines des terrains crétacés du haut Sahara algérien (région de la chebka du Mزاب, de la chebkha du sud d'El Hassi, etc.). J'y ai noté deux groupes de niveaux aquifères, peu abondants, mais assez constants, savoir : l'un dans la Craie moyenne, vers le contact des marnes cénomaniennes et des calcaires turoniens, l'autre dans la Craie supérieure, vers le contact des marnes et des calcaires de cet étage. De plus, j'ai signalé (2) l'existence, sans doute générale en profondeur, d'un niveau artésien sous les marnes cénomaniennes et à la partie supérieure des grès albiens sous-jacents (ou déjà dans la partie inférieure du massif cénomanien) : niveau auquel correspond la belle nappe jaillissante qu'ont révélée les récents sondages d'El Goléa.

A l'est du bas Sahara, d'autre part, des nappes analogues à celles du haut Sahara algérien règnent sous le plateau sénonien de la

(1) Georges ROLLAND. — Sur le régime des eaux souterraines dans le haut Sahara de la province d'Alger, entre Laghouat et El Goléa (*C. R. Ac. Sc.*, février 1892).

(2) Georges ROLLAND. — Sur le régime des eaux artésiennes de la région d'El Goléa (*C. R. Ac. Sc.*, mars 1892).

Tripolitaine. Malgré la rareté des points d'eau que l'on rencontre, de distance en distance, à la surface de ce plateau, les couches supérieures des terrains crétacés qui le constituent renferment certainement, en maintes régions tout au moins, des niveaux aquifères (généralement, il est vrai, assez médiocres) : témoins les puits de caravanes, creusés dans les couches crétacées en question. Mais du côté sud-ouest du plateau considéré, à Ghadamès, ce sont des eaux franchement artésiennes que l'on trouve ; l'oasis de Ghadamès, en effet, possède une belle source jaillissante décrite par Vatonne (1), source dont la température est de 29° et dont la nappe alimentaire me semble avoir son gisement en profondeur vers le contact des marnes de la base du Sénonien et des calcaires du Turonien sous-jacent. Il y a évidemment, dans cette partie du plateau tripolitain, un bassin artésien spécial, sans doute assez étendu et essentiellement crétacé.

Que si l'on passe au nord-ouest du plateau tripolitain, et que l'on aborde le pays limitrophe de l'Aarad, dans le Sud tunisien, on arrive à une région vraiment riche en eaux souterraines. Ses sources et ses puits artésiens prouvent que les terrains crétacés de cette partie du Sahara deviennent, aux approches de l'Atlas, de plus en plus aquifères, leurs nappes souterraines étant alors, en outre, nettement artésiennes.

C'est surtout, en effet, le long de la zone septentrionale du bas Sahara, que les nappes artésiennes d'une réelle importance circulent souterrainement dans les terrains crétacés (et suessonniens). On peut en juger quand les conditions stratigraphiques se prêtent, le long de cette zone, à ce que les nappes crétacées en question jaillissent soit directement au jour, soit au travers d'une certaine épaisseur d'atterrissement : témoins, en particulier, à l'est, les sources du Sahara tunisien, de l'Aarad au Djérid, et, à l'ouest, les sources du Zab central et du Zab occidental. Mais on ne saurait admettre que toutes les eaux artésiennes qui s'écoulent souterrainement de l'Atlas vers le sud, trouvent ainsi leurs issues (superficielles ou peu profondes) en arrivant au bord du bas Sahara. Les terrains

(1) F. VATONNE. — Mission de Ghadamès, 1863 (Études sur les terrains et sur les eaux des pays traversés par la mission). — Vatonne mentionne aussi, dans le voisinage de cette source, deux puits d'eau chaude (28°), qui ne sont pas jaillissants, mais dont les eaux ont certainement « la même origine artésienne ». En outre, Ghadamès possède de grands puits ordinaires, de 20 à 25 mètres de profondeur, « creusés dans des calcaires dolomitiques et des gypses ».

crétacés se prolongeant au sud sous les atterrissements, une partie de leurs nappes artésiennes doit s'y poursuivre avec eux ; ces nappes ne sont pas toutes, tant s'en faut, drainées vers les sources qui jaillissent au pied de l'Atlas : tel niveau aquifère qui affleure sur une partie de la lisière nord du bas Sahara, ne sera pas interrompue sur une autre ; les failles et les fractures que j'ai signalées le long de cette lisière n'y règnent pas avec continuité ; leur importance varie ; même là où elles recoupent des couches aquifères, les conditions peuvent être telles que les eaux souterraines reprennent leur cours, en partie tout au moins (avec changement de niveau ou non) suivant l'aval-pendage de la formation vers le sud, etc.

En résumé, des eaux souterraines règnent en quantité variable à plusieurs niveaux des terrains crétacés tout autour du bassin d'atterrissement du bas Sahara. Particulièrement abondantes et nettement artésiennes au pied des montagnes qui se dressent immédiatement au nord du bas Sahara, elles sont loin de faire défaut dans le Sahara même sous les plateaux crétacés, dont certaines régions, bien plus, possèdent en profondeur des nappes artésiennes. Les couches plongeant de toutes parts vers l'intérieur du bassin (pl. XV, fig. 2 et 3, leurs nappes souterraines tendent à s'y rendre également ; ce qui descend directement du nord, mais ne jaillit pas au bord du Sahara et poursuit vers le sud, ce qui s'écoule plus lentement des flancs latéraux, tant à l'ouest qu'à l'est (et même, dans une faible mesure, au sud), converge vers les parties basses de la cuvette crétacée et s'y rassemble, sans doute, en profondeur suivant certaines zones déterminées ; en même temps, les nappes ordinaires doivent se mettre progressivement sous pression, et la pression des nappes déjà artésiennes doit augmenter graduellement. On arrive donc à conclure à la possibilité de nappes profondes d'eaux à haute pression, renfermées dans la série des couches crétacées qui se déroulent sous les atterrissements du bas Sahara.

En grand, je suppose qu'il existe ainsi en profondeur, à l'intérieur du bas Sahara, deux niveaux principaux d'eaux artésiennes : l'un se placerait vers le haut des calcaires turoniens, sous la couverture des marnes sénoniennes ; l'autre, plus bas, vers le haut des grès albiens, sous la couverture des marnes cénomaniennes. Un troisième, supérieur aux précédents, se trouverait sans doute au nord-est, du côté du Sud tunisien, vers le haut des calcaires ou grès senoniens, sous la couverture des marnes suessoniennes. Mais ce ne serait pas là des divisions rigoureuses ; les massifs marneux en



question renferment fréquemment des intercalations de calcaires ou de grès perméables, les massifs calcaires des alternances de couches compactes et de couches fissurées, etc.: d'où une série d'autres niveaux artésiens, pouvant exister, en sous-ordre tout au moins, dans cette grande série de couches diverses.

D'une manière générale, on peut dire encore ici que l'alimentation principale de ces nappes profondes des terrains crétacés du bas Sahara se fait par le Nord, par l'Atlas algérien et tunisien.

Au nord, en effet, la série des couches stratifiées qui forment l'ossature de la cuvette crétacée du Melrir, — série variable suivant les régions, mais allant, dans son ensemble, depuis les grès albiens jusqu'aux calcaires suessoniens, — se relève et se relie tantôt aux unes, tantôt aux autres des mêmes formations dans l'Atlas algérien et tunisien. Ces couches se poursuivent ainsi soit au nord-ouest, jusqu'au Djebel Amour et aux montagnes du Sud oranais, soit au nord, jusqu'à l'Aurès et ses dépendances, soit au nord-est, jusqu'aux Nemencha et aux massifs tunisiens. Elles présentent alors, dans les montagnes du sud de l'Atlas, de nombreuses séries d'affleurements complexes. Or, il me semble rationnel de généraliser, dans une certaine mesure tout au moins, ce qui se trouve démontré concernant l'alimentation directe du Zab et du Sahara tunisien par les montagnes du nord : à mon sens, les infiltrations qui ont lieu le long de la zone méridionale de l'Atlas, située à des altitudes beaucoup plus élevées et recevant des pluies et même des neiges en quantités beaucoup plus considérables, ne peuvent manquer de donner lieu à des nappes crétacées qui, inversement, descendent vers le sud, et dont une partie doit se retrouver dans les profondeurs du bas Sahara.

Si l'on imaginait théoriquement une nappe artésienne qui, prenant ainsi son origine dans l'Atlas, au nord, descendrait souterrainement, comme en vase clos, le long des couches crétacées jusque sous les atterrissements du bas Sahara, on comprend combien sa pression hydrostatique serait élevée dans le sud, à en juger d'après les différences d'altitude entre ses points les plus hauts et les plus bas : les altitudes des sommets de l'Aurès n'atteignent-ils pas (en chiffres ronds) 2300 mètres (pl. XV, fig. 1), ceux des Nemencha 1600 m., ceux du Djebel Amour, 1900 m., etc. ? et par contre, les terrains crétacés ne descendent-ils pas, sous les atterrissements de l'Oued Rir' et du chott Melrir, à des profondeurs de 200, 300 m. et sans doute davantage en contre-bas du niveau de la mer (pl. XV, fig. 2) ? En réalité, une évaluation de ce genre serait entachée

d'exagération évidente, et deviendrait même impossible, d'abord en raison des énormes pertes de charge que les eaux artésiennes subissent sur un aussi long parcours, et, de plus, eu égard à l'intervention des autres modes d'alimentation du bassin artésien du bas Sahara. Néanmoins l'existence de nappes crétacées à haute pression sous le bas Sahara reste très vraisemblable.

Pour ce qui est de la répartition des eaux souterraines au sein des terrains crétacés sous le bas Sahara, il serait inexact, selon moi, de se représenter des nappes uniformes, épousant, sous de grandes étendues en direction, des couches de perméabilité régulière (ce qui, du reste, ne correspondrait pas à l'allure ordinaire des nappes aquifères). Je crois plutôt que les niveaux artésiens dont il s'agit ici, sont assez capricieux, que leurs parties aquifères se trouvent souvent séparées entre elles par des parties relativement sèches, qu'ils passent parfois eux-mêmes d'un niveau statigraphique à un autre, etc.

Les zones de calcaires fissurés doivent donner lieu à des zones aquifères, et leurs fentes à des veines liquides; celles-ci peuvent même, sur les pentes, former des cours d'eau souterrains, comme au Mزاب.

Enfin je considère que ces eaux artésiennes des couches crétacées de la profondeur sont amenées à jaillir en certains points ou suivant certaines lignes sous les atterrissements, en vertu de dispositions et de mécanismes analogues à ceux qui, par exemple, en font émerger d'autres près de la surface en telle ou telle partie de la lisière nord du Sahara.

Les dénudations énormes dont les diverses formations du Sahara portent les traces (1) et qui ont préludé au dépôt des atterrissements anciens, permettent d'apprécier les érosions comparables qui ont dû se produire aux dépens des mêmes formations, sur les étendues aujourd'hui recouvertes par ces atterrissements. Aussi, n'est-il pas douteux que la série des couches crétacées offre souterrainement de nombreux affleurements, à l'intérieur même du bassin du bas Sahara. En particulier, je présume, — à juger approximativement des érosions pliocènes d'après le cours des eaux qui ont opéré postérieurement les érosions quaternaires (2), — qu'une grande zone de dénudations souterraines règne, du sud au nord, de Ouargla vers le chott Melrir, le long du pied du versant oriental de la

(1) Géologie du Sahara, 2^e partie, chapitre II, § 1, I et pl. IV.

(2) Ibidem, 2^e partie, chapitre II, § 1, VII, et § 3, I.

cuvette crétacée (versant sinon raide, du moins beaucoup plus accentué que le versant oriental) (pl. XV, fig. 3) (1).

D'autre part, des actions mécaniques ont agi à diverses époques (2) sur les formations crétacées du Sahara. Les ploiements à grandes courbures que ces formations présentent sont accompagnés de réseaux de cassures et de fractures, plus ou moins importantes ; il existe même quelques failles dans certaines régions. Sous la partie septentrionale du bas Sahara, en particulier, les couches crétacées seraient affectées par deux systèmes de cassures, corollaires du soulèvement principal de l'Atlas (fin du Miocène moyen) : l'un sensiblement parallèle aux grands plissements de ce massif montagneux et dirigé de l'est nord-est à l'ouest-sud-ouest, l'autre transversal et à peu près nord-sud. Puis les mouvements relatifs de l'Atlas et du Sahara pendant le Pliocène et le Quaternaire auraient donné lieu à une série de failles, non-seulement le long de la zone de contact entre le versant plissé de l'Aurès et la cuvette crétacée du Melrir, mais encore plus au sud (de distance en distance et avec des importances décroissantes) : par exemple, suivant la ligne du Kef el-Dohr, suivant celle de Nza ben-Rzig, peut-être aussi suivant une ligne passant par Ourlana, etc. Transversalement, en outre, aux mouvements d'affaissement progressif du bas Sahara par rapport au haut Sahara correspondrait une zone, sinon de failles, du moins de cassures : il y aurait là une sorte de charnière souterraine, sinueuse, longeant du nord au sud le versant occidental de la cuvette crétacée, et passant à l'aplomb des bas-fonds de l'Oued Rir' et de Ouargla.

Ainsi les couches crétacées qui forment en profondeur le substratum des atterrissements du bas Sahara, doivent présenter des séries de lignes d'affleurements et des séries de lignes de fractures. Par suite, les nappes artésiennes, ou plutôt les zones artésiennes, qu'elles renferment à plusieurs niveaux, ne peuvent manquer, quand elles sont amenées à déboucher suivant certains de ces affleurements ou à trouver issue par certaines de ces fractures, de jaillir en tel ou tel point ou suivant telle ou telle ligne sous les atterrissements. Ces phénomènes de sources souterraines semblent surtout probables, d'après ce qui précède, dans la partie septentrionale du bassin et du côté occidental : or, c'est là précisément que se trouvent les artères artésiennes de l'Oued Rir' (fig. dans le texte, p. 519) et de Ouargla (3).

(1) Voir aussi la fig. 4 de la planche X de ma *Géologie du Sahara*.

(2) Ibidem, 1^{re} partie, chapitre II, § 4, II ; 2^e partie, chapitre I, § 3, I, et chapitre II, § 3, II, etc.

(3) *Géologie du Sahara*, pl. XVIII, fig. 3.

D'où cette conclusion formulée par moi d'une manière peut-être d'abord trop absolue, mais rationnelle, et renfermant certainement tout au moins une partie de vérité, savoir : que les artères artésiennes du bas Sahara, — celle de l'Oued Rir' surtout, — sont en relation avec des lignes de sources souterraines, jaillissant des terrains crétacés sous-jacents.

Y aurait-il coïncidence rigoureuse, dans le sens vertical, entre ces artères artésiennes et les sources superposées de la profondeur ? Cela ne serait pas nécessaire, car les eaux sous pression, qui jaillissent ainsi des terrains crétacés, devraient se distribuer dans les atterrissements superposés, non pas tant suivant la manière dont elles y arrivent qu'en raison de la perméabilité des sables où elles pénètrent.

L'artère artésienne de l'Oued Rir' suppose, avant tout, une zone de sables perméables et, en même temps, une couverture imperméable. Ces conditions remplies, on peut expliquer l'alimentation de l'artère par des eaux infiltrées et refoulées latéralement ; mais ce n'est pas à dire, au point de vue spécial qui nous occupe ici, que la zone en question de sables perméables (étage de transport inférieur ⁽¹⁾) (1) ne puisse coïncider avec une zone de sources souterraines, — située comme elle, bien que pour des raisons différentes, au bas du versant occidental de la cuvette crétacée, — de même qu'elle coïncide, à la surface, avec une zone de bas-fonds et d'eaux superficielles. — Toutes ces coïncidences ne seraient pas d'ailleurs fortuites, et l'on pourrait s'en rendre compte par l'enchaînement des phénomènes naturels dont cette partie du bas Sahara a été le théâtre (2).

Quoi qu'il en soit exactement, on voit que, outre les divers modes d'alimentation latérale et *per descensum* qui prédominent assurément pour l'ensemble du bassin artésien du bas Sahara, il est rationnel d'admettre, — pour ce qui est, en particulier, des artères artésiennes, telles que celles de l'Oued Rir' et de Ouargla, — un mode d'alimentation verticale et *per ascensum*.

(1) Géologie du Sahara, pl. XI, fig. 3.

(2) Ibidem, 2^e partie, § 2.

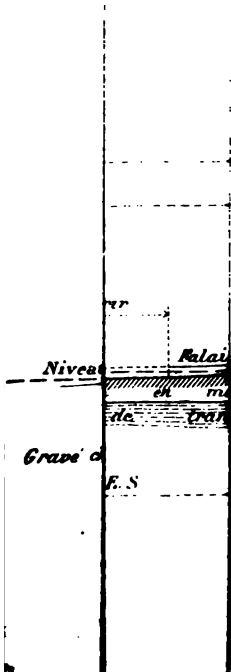
Bull. de l.

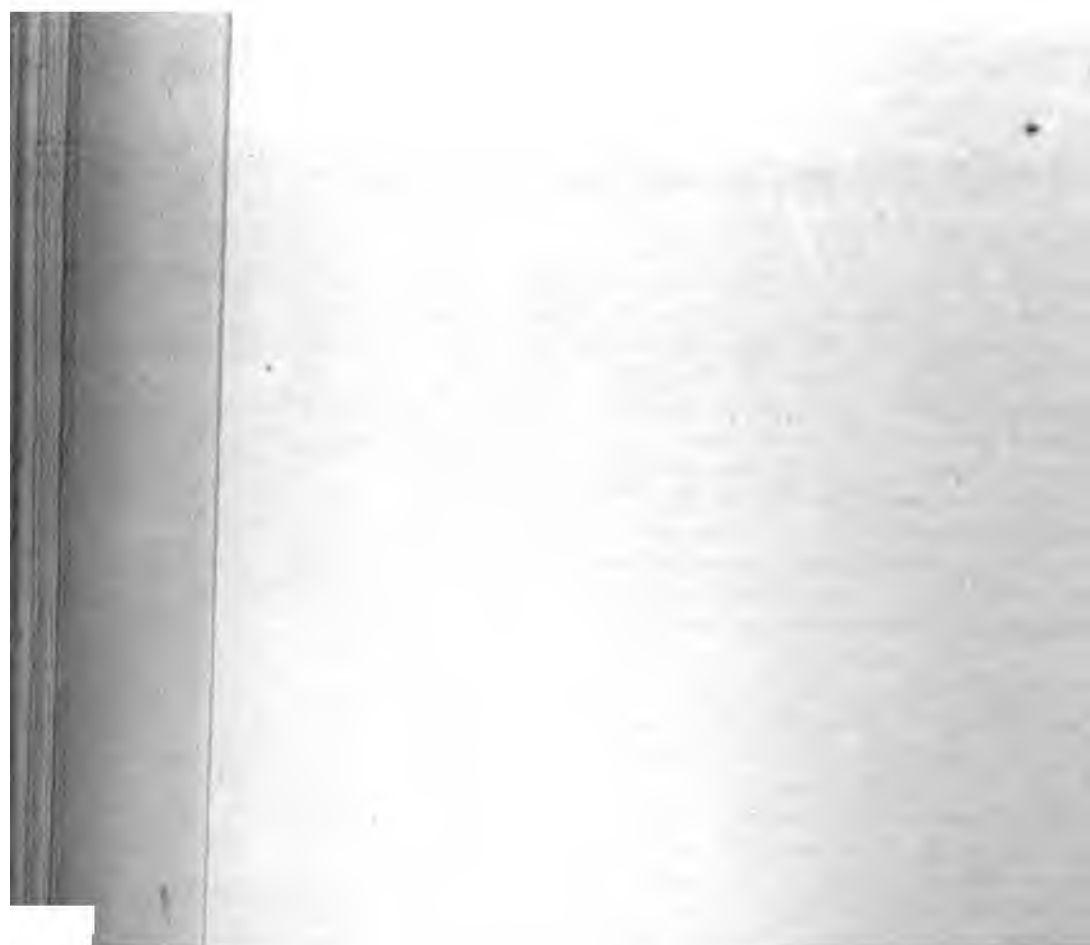
DU BAS

1
D
S
C.
C.
26 Taher Rouchou (Souda)
Aig'el Dohr



Fi





**NOTE SUR L'EXISTENCE DE DEUX PLIS COUCHÉS
ET D'UN RECOUVREMENT A CASTELNOU
(PYRÉNÉES-ORIENTALES),**

par **Joseph ROUSSEL** (1).

A l'est du massif cristallin du Canigou et entre Castelnuou et Thuir (Pyrénées-Orientales), existe une formation primaire constituée principalement par des calcaires dévoniens déjà remarqués par plusieurs géologues, notamment par M. Depéret (2).

Au cours de recherches entreprises pour le Service de la carte géologique de la France, j'ai observé, récemment, que cette formation est ainsi constituée à partir de la base :

1. Dolomie noire à l'air.
2. Calcaire en gros bancs, amygdalin par endroits.
3. Schistes rouges avec marbre griotte.
4. Schistes, grauweekes et quartzites.

Les assises 1 et 2 sont dévoniennes. L'assise 3 est une formation de passage qui constitue un repère important disposé, dans les Pyrénées, entre les calcaires dévoniens et les schistes carbonifères. Ceux-ci forment les assises 4 et sont largement développés à Castelnuou, où ils renferment les mêmes tiges d'Encrines que ceux de Larbont.

Cet ensemble de couches constitue deux plis isoclinaux qui sont renversés et déjetés vers le sud-ouest et présentent des étirements avec recouvrement en divers points, notamment à Castelnuou

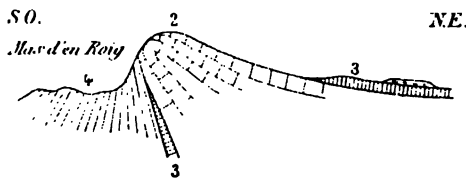


Fig. 1.

L'un de ces plis a une direction nord-ouest-sud-est. Il commence près du Mas-d'en-Roig où l'on voit les schistes 4 recouverts par les

(1) Note présentée à la séance du 13 Décembre 1894 ; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 7 Janvier 1895.

(2) *Annales des Sciences géologiques*, tome 17, page 32.

calcaires dévoniens. En certains points l'assise 3 a disparu, dans le flanc sud-ouest de l'anticlinal, par faille et glissement (fig. 1), tandis qu'en d'autres, elle est visible, ainsi que le montre la figure 2.



Fig. 2.

Les calcaires de ce pli ont été recouverts, à partir de Castelnou, par les schistes carbonifères ; mais ils affleurent de nouveau au sud-ouest de Camélas où ils sont disposés comme ci-devant.

Le deuxième pli se détache du premier à Castelnou : il a d'abord une direction perpendiculaire à celle du précédent ; puis il décrit un arc de cercle et devient parallèle à l'autre pli. Il est fortement disloqué. A Castelnou, il a les strates disposées ainsi que le représente la figure 3. Les schistes rouges et les marbres griottes affleu-



Fig. 3.

rent à quatre reprises de manière à montrer que les couches forment un double pli couché très aigu dont l'un est incomplet, une faille produite par étirement et glissement ayant fait disparaître certaines couches ; de sorte que la dolomie du Dévonien inférieur s'est superposée aux schistes rouges et aux marbres griottes de l'assise 3.

A Castelnou, sur le chemin de Thuir, on trouve, sous la dolomie du Dévonien, des schistes carburés avec lentilles de calcaire pétries d'Orthocères : je n'ai encore pu reconnaître si cette formation

représente le Silurien supérieur où si elle se rattache à l'assise 3. J'espère qu'il me sera possible d'élucider prochainement cette question et je représenterai alors, par une série de coupes parallèles, la stratigraphie de cette région dont l'étude géologique offre d'autant plus d'intérêt qu'elle est presque la seule, dans tout le massif du Canigou, qui contienne des fossiles et des points de repère reconnaissables.

OBSERVATIONS SUR L'ALTITUDE DU DÉPARTEMENT DE LA GIRONDE PENDANT LE QUATERNAIRE,

par **Edouard HARLÉ** (1).

Il semble que, pendant le Quaternaire, le département de la Gironde n'a jamais été à un niveau inférieur à son niveau actuel. L'altitude des gisements suivants, tous situés dans ce département, en est une preuve :

Bord de la mer, au Gurd, près Soulac : *Elephas* qui se rapproche davantage du *meridionalis* que de l'*antiquus*. L'échantillon a été mis à découvert par l'action des vagues sur le rivage.

Tranchée du chemin de fer, dite du Château des quatre fils d'Aymon, station de Gironde, près de La Réole. Le fond de cette tranchée est à l'altitude 19 mètres et le haut à l'altitude 24 mètres : *Elephas antiquus* (2).

Tranchée du chemin de fer, à Laroque, commune de Bassens, altitude 15 à 20 mètres : *Rhinoceros Merckii*.

Repaire dans une fente de la carrière de Lavison, près Langon, altitude environ 25 mètres : *Hyaena spelæa* et *Felis spelæa*.

Station préhistorique, couche inférieure de la grotte de Pair-non-Pair, près de Bourg-sur-Gironde, altitude environ 20 mètres : *Hyaena spelæa*, *Rhinoceros tichorhinus*, etc., avec silex de type moustérien.

Station préhistorique, couche supérieure de la même grotte, altitude environ 20 mètres : Renne, *Spermophilus rufescens*, etc., avec silex de type magdalénien.

Station préhistorique, grotte des Fées, près de Bourg-sur-Gironde, altitude environ 20 mètres : Renne, Antilope Saïga, *Spermophilus rufescens*, etc., avec silex de type magdalénien (3).

(1) Note présentée à la séance du 17 Décembre 1894 ; manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 14 Janvier 1895.

(2) Ce gisement est, par suite, à environ 25 mètres au-dessus du fond, en marne tertiaire, du lit actuel de la Garonne. Comme, d'autre part, les coteaux qui bordent en ce point la plaine de la Garonne ont plus de cent mètres de hauteur, on voit que, au temps de l'*Elephas antiquus*, le creusement de cette vallée était très avancé.

(3) Les échantillons des grottes des Fées et de Pair-non-Pair appartiennent à M. François Daleau, qui les a découverts. Les autres sont au Muséum de Bordeaux. J'ai donné d'autres détails sur tous ces échantillons, et notamment la bibliographie de ceux qui n'étaient pas inédits, dans *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*, 1892 et 1893.

POINTS OÙ LES SONDAGES ONT ÉTÉ EFFECTUÉS	DISTANCE jusqu'à la mer	Niveau de l'étage au-dessous du niveau moyen de la mer à Marseille	Plus grandes profondeurs de l'étage, au-dessous de l'étage, dans les environs	Profondeur à laquelle descen- dent les alluvions au-dessous de l'étage	TERRAIN sur lequel reposent les alluvions
1	2	3	4	5	6
GIRONDE :					
Le Verdon (rive gauche)	0 kil.	2,54	28" (rés except. 37")	40"	Calcaire tendre.
Port-Maubert (rive droite)	32	2,48	8"	33	Calcaire crétacé.
Paulliac (en rivière)	53	2,14	9	24	Calcaire maria de Ilays (écène).
Ile de Patiras	55	2,41	9	24	Argile écène.
Ile Funadelle	70	1,65	8 (exceptionnellement 14)	13	Calcaire lacustre écène.
Ile Cazeau	75	1,50	8 (except. 14)	23	Meuse de Fronsadais (écène).
Iles des Vaches	75	1,50	8 (except. 14)	20	Id.
DORDOGNE :					
Place de l'église à Ambès (rive gauche)	80	1,50	6	11	Id.
Saint-André-de-Cubzac (rive droite)	87	1,40	4	22	Argile écène.
Cubzac (rive droite), six sondages	90	1,40	4	0 à 17,50	Calcaire marneux.
Cubzac (en rivière), trois sondages	90	1,40	4	14 à 22,50	Id.
Cubzac (rive gauche), quatre sondages	90	1,40	4	15,50 à 19,60	Id.
Arveyres (rive gauche)	106	0,60	4	41	Meuse de Fronsadais (écène).
Fronsac (rive droite)	110	0,57	4	13	Id.
GARONNE :					
La Solc, près Bordeaux (rive gauche)	92	1,36	8	19	Id.
Bordeaux (en rivière, près des quais, rive gau- che), treize sondages	98	1,36	8	10,91 à 15,58	Id.
Bordeaux, gare La Bastide (rive droite)	100	1,36	8	17	Id.
Bordeaux, chemin de fer de l'Etat (rive droite)	100	1,36	8	12,70	Marne.
Langon, fondations du pont du chemin de fer	145	2,35 au-dessus de la mer	5 (et plus ?)	6,10	Argile compacte et rocher.
Marmande, quarante-six fondations de ponts réparties sur la traversée de la Garonne et de sa plaine submersible par les grandes crues, c'est-à-dire sur 4 kil. 300 de largeur	180	12,80 au-dessus de la mer	6 (rés except. 13)	5,38 au maximum	Marne argileuse.

La marée se fait sentir dans la Gironde, dans toute la portion de la Dordogne qui figure au présent tableau et, dans la Garonne, jusqu'aux environs de Langon. A Bordeaux, son amplitude atteint jusqu'à 5-70.

Les principales faunes quaternaires sont représentées dans cette liste et aucun de ces gisements n'est à plus de 25 mètres d'altitude. Si donc, pendant une partie du Quaternaire, le niveau de cette région avait été sensiblement inférieur à son niveau actuel, quelqu'un de ces gisements n'aurait pu recevoir les restes que j'ai cités.

Je viens de montrer que, pendant le Quaternaire, cette région n'a pas été plus basse que maintenant. A-t-elle été plus haute ?

On a observé que, dans la partie inférieure du cours de certains fleuves, les alluvions ont une épaisseur énorme et descendent ainsi bien en contrebas du niveau de la mer. Ce fait a paru démontrer un affaissement considérable depuis que ces fleuves ont creusé leurs vallées.

Pour rechercher si cette théorie peut s'appliquer à la région en question, je me suis procuré les résultats de nombreux sondages artésiens, effectués par la maison Billiot et par les Ponts et Chaussées, dans le lit et la plaine d'alluvions de la Gironde et de la partie inférieure de la Dordogne et de la Garonne, et j'y ai ajouté quelques documents sur les fondations de divers ponts. Le tableau de la page 333 résume les plus intéressants de ces renseignements.

L'examen de ce tableau montre que, dans la partie où la marée ne se fait pas sentir (Langon et en amont) les alluvions ne descendent pas au-dessous des affouillements actuels ; mais que, dans la partie où la marée se fait sentir, ils descendent plus bas que le fond actuel de 10 mètres et même, plus près de la mer, de 15 à 20 mètres. Cela ne peut s'expliquer par des différences dans la résistance du terrain sur lequel reposent les alluvions, car cette résistance varie peu et c'est précisément où elle est la plus grande (en aval) que l'excès de profondeur des alluvions est le plus élevé. Ce fait que l'excès de profondeur des alluvions, par rapport aux fonds actuels, est d'autant plus grand que le point considéré est plus près de la mer, s'expliquerait au contraire très bien en admettant que cette région était jadis un peu plus haute que maintenant et qu'elle a subi depuis un affaissement.

La nature des alluvions paraît en accord avec cette explication. Je donne, comme exemple, le détail de l'un des sondages dans le tableau de la page 335.

Beaucoup de sondages ont donné, comme celui-ci, des matériaux fins à la partie supérieure, et du gravier, plus ou moins gros, vers la base des alluvions (1), tandis que, actuellement, la

(1) D'après les échantillons, peu nombreux, qui ont été conservés par M. Billiot, ces cailloux sont la plupart quartzeux et quelques-uns granitiques. Je me suis assuré qu'il en est de même des cailloux que la Garonne charrie actuellement à Langon, à la limite de la marée, cailloux dont les plus volumineux atteignent la grosseur des deux poings.

Gironde : Ile Cazeau.

COTES PAR RAPPORT A L'ÉTIAGE (en mètres)	ÉPAISSEUR DES TERRAINS RENCONTRÉS (en mètres)	NATURE DES TERRAINS RENCONTRÉS
7,00 —————		
6,00 —————	1,00	Terre végétale.
4,80 —————	1,20	Vase jaunâtre.
1,20 —————	3,60	Vase brune.
Étage 0,00		
	13,60	Sable fin de rivière.
12,40 —————	3,70	Vase.
16,10 —————	1,57	Sable, gravier et galets.
17,67 —————	4,00	Sable fin.
21,67 —————	1,18	Galets dont quelques-uns plus gros que le poing.
22,85 —————		Mollasse du Fronsadais (Eocène).

rivière ne charrie, à Bordeaux et en aval, que du sable avec petit gravier et de la vase. La présence de gros gravier à la base des alluvions tend donc aussi à prouver que cette région était jadis à un niveau plus élevé, de sorte que la force des crues n'était pas amortie, comme maintenant, par la mer.

On a remarqué que certaines vallées ne cessent pas à la mer, mais se prolongent au loin sous les flots. Ainsi, en Amérique, J. W. Spencer a publié une carte sur laquelle les cotes de profondeur font ressortir que la vallée du Saint-Laurent continue, sous la mer, sur treize cent kilomètres de longueur (1). On a expliqué ces vallées sous-marines en admettant qu'elles ont été creusées par les fleuves à une époque où le sol était émergé.

La vallée de la Gironde se prolonge-t-elle sous la mer ? On a cherché à m'en rendre compte en examinant, pour les

(1) J. W. SPENCER. The high continental elevation period (in America). *Geological Magazine*, 1900, p. 21.

fondeurs, des cartes du Dépôt Général de la Marine (1) et, pour les grandes profondeurs, les cartes, I, n° 9 et II, n° 8 du *Physikalischer Atlas* de Berghaus. Devant l'embouchure de la Gironde, la côte se prolonge sous la mer par une sorte de plateau à pente douce sur près de 200 kilomètres de largeur, atteignant ainsi 150 mètres de profondeur. Puis, la pente devient brusquement très forte, tellement que, sur une trentaine de kilomètres, la profondeur passe de 150 à 3.000 mètres. Bien que les cartes de la Marine, que j'ai consultées, soient à une échelle assez grande et qu'elles soient fort détaillées pour toute la surface du plateau, elles ne m'ont permis de constater, sur ce plateau, à la suite de l'embouchure de la Gironde, aucune trace de vallée sous-marine. Les cartes de *Physikalischer Atlas* montrent, il est vrai, dans la partie à pente raide, des dépressions rappelant des vallées. Ces dépressions (dont aucune n'est en prolongement de la vallée de la Gironde) sont accusées sur toute la hauteur de l'escarpement, c'est-à-dire sur une hauteur de plusieurs milliers de mètres. Pour supposer qu'elles sont dues à l'érosion de fleuves, il faudrait admettre une éersion de 3.000 mètres et supposer que des fleuves se précipitaient, en cascades, sur cette énorme hauteur. On devrait admettre, en outre, que ce régime, qui aurait creusé si puissamment le bord du plateau, n'aurait pas laissé de traces appréciables ou durables sur le plateau lui-même, qui cependant aurait subi bien plus longtemps son action. Il me semble plus rationnel d'admettre que les profondes dépressions du bord du plateau sont des déchirures et non des érosions. Je ne vois donc pas, au large de la Gironde, de vallée sous-marine pouvant servir d'argument pour conclure que cette région a été jadis à une altitude plus élevée.

En résumé :

La présence, dans le département de la Gironde, à quelques mètres seulement d'altitude, d'ossements de Mammifères terrestres appartenant aux diverses phases du Quaternaire, tend à prouver que jamais, pendant toute la durée de cette époque, cette région n'a été à un niveau sensiblement inférieur à son niveau actuel.

La profondeur et la grosseur des alluvions, dans la partie basse de la Garonne et de la Dordogne et dans la Gironde, font même supposer que cette région a peut-être été à un niveau plus élevé.

(1) Sondes d'atterrage de la côte Sud-Ouest de France, etc., édition d'avril 1888.
— Et Carte des Côtes de France, embouchure de la Gironde, etc., édition d'août 1893.

NOTE SUR LA ZONE A *AMMONITES ZIGZAG*
ET *A. FERRUGINEUS* DANS LE DÉTROIT DU POITOU,

par Jules WELSCH (1).

Il existe, dans le Déroit poitevin, une série de calcaires, quelquefois dolomitiques, quelquefois remplis de rognons siliceux, qui ont comblé l'intervalle compris entre le Massif limousin et le Massif vendéen. A leur base, on trouve les marnes bleues ou jaunes du Toarcien avec une faune abondante ; à leur partie supérieure, il y a les couches fossilifères du Callovien ; ces calcaires représentent donc les étages bajocien et bathonien. Les fossiles y sont rares dans les environs de Poitiers, et on n'y a pas encore reconnu avec certitude les zones paléontologiques établies dans les environs de Saint-Maixent et de Niort — ou dans les autres régions médio-jurassiques. En particulier, la limite exacte du Bajocien et du Bathonien n'est pas connue.

Dans ces dernières années, j'ai reconnu en plusieurs points de la partie méridionale du déroit l'existence de la zone à *Amm. zigzag* et *A. ferrugineus*, qui donne une bonne limite inférieure du Bathonien (2).

Cette zone est très bien connue depuis de longues années, dans les environs de Salles, près la Mothe Saint-Héraye, de Saint Maixent, de Niort (Sainte-Pezenne, Echiré) et au-delà plus à l'ouest ; elle a été l'objet des publications de MM. de Grossouvre (3), Toucas (4), Fournier (5). Elle constitue des bancs phosphatés particuliers (6), dits *bancs pourris* par les ouvriers. L'aspect n'est pas toujours le

(1) Note présentée à la séance du 17 décembre 1894; manuscrit reçu le 31 décembre. Epreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat le 21 janvier 1895.

(2) Notre confrère, M. Glangeaud, a donné à l'Assoc. franç. (Congrès de Besançon, 1893) une « Note sur le jurassique de la Charente et de la Dordogne » où il cite des fossiles de points très voisins des localités que j'étudie dans ce travail.

(3) Note sur l'ool. inf. du bord méridional du Bassin de Paris (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XIII, p. 404, séance du 9 avril 1885).

(4) Note sur les terr. jurass. des env. de Saint-Maixent, Niort, etc. (*id.*, p. 421).

(5) Documents pour servir à l'étude géologique du déroit poitevin (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XVI, p. 145, 1887-1888).

(6) J'ai fait analyser *Amm. linguiferus* de Sainte-Pezenne, qui renfermait 19 % d'acide phosphorique, c'est-à-dire environ 41 % de phosphate de chaux.

même, le banc de Sainte-Pezenne (1) diffère sensiblement des bancs d'Echiré et de Salles, mais le caractère constant est la localisation des mêmes fossiles sur une épaisseur de 50 centimètres au plus (2).

Je vais décrire un certain nombre de gisements en allant du Massif vendéen vers le Massif limousin, non loin de l'anticlinal de Montalembert (3).

Gisement de Vaussais. — A 2 kilomètres de Sauzé (Deux-Sèvres), il y a des carrières exploitées dans le vallon au sud-est de Vaussais, près de la vallée de la Péruse. La carrière Corbra monte de bas en haut :

Bajocien. — 3^m50 de bancs calcaires, avec ou sans rognons de silex, dont la partie supérieure dure sert à faire des marches ou des pavés.

Bathonien. — 1^o 0^m50 de calcaires en trois petits bancs, roux à la partie supérieure, assez durs, employés pour pavés; les fossiles sont nombreux à la séparation de ces bancs dans les délits d'argile gréseuse et schisteuse. Ces bancs calcaires ne sont pas homogènes; ils passent à des parties plus jaunâtres, un peu sableuses, avec des taches grises, dont l'odeur est fétide sous le choc du marteau. Ces trois bancs sont quelquefois soudés lorsqu'ils sont durs et les fossiles ne sont pas dégagés dans ce cas; puis, on voit naître les zones schisteuses de séparation, qui peuvent être épaisses de 2 à 4^{cm}, et sont toujours plus grises que le reste de la roche. Ces zones grises rappellent alors le banc pourri de Sainte-Pezenne. En affleurant sur la pente du coteau, ces bancs disparaissent par dissolution dans une terre argileuse rouge où les fossiles subsistent seuls. Ces fossiles sont phosphatés, ainsi que les taches grises, mais il y a moins de phosphate qu'à Niort, Salles et Bannière; les bancs calcaires renferment aussi très peu de fossiles, il n'y a guère que de grosses *Amm. procerus* (4).

Dans les délits, on trouve :

Belemnites hesinus d'Orb.
Amm. (Oppelia) fuscus Qu.

A. (Ecoltraustes) serrigerus Waagen
A. (Cæloceras) linguiferus d'Orb.

(1) A la Sorbonne, il y a une belle série de fossiles de Sainte-Pezenne, rapportée autrefois par Hébert; j'ai pu les examiner à loisir, grâce à l'obligeance de M. Munier-Chalmas.

(2) M. Fournier a aussi constaté l'existence du banc pourri, non loin de Melle (Deux-Sèvres), dans la vallée de la Béronne, au-dessus du Moulin des Vallées et près Etrochon.

(3) Sur les plissements des couches sédimentaires dans les environs de Poitiers (B. S. G. F., 3^e Sér., t. XX, p. 440, juillet 1893).

(4) C'est un fait général, dans ces gisements, que les Ammonites sont beaucoup plus grosses dans les bancs calcaires.

<i>A. (Morphoceras) pseudo-anceps</i> Ebray et Douv.	<i>A. (Perisphincies) zigzag</i> d'Orb.
<i>A. (Parkinsonia) ferrugineus</i> Oppel.	<i>Nautilus subbiangulatus</i> d'Orb.
<i>A. » Parkinsoni</i> var.	<i>Fholadomya</i> sp.
<i>Schlaenbachi</i> Schippe.	<i>Albertia nodosa</i> Morett et Lycett.
<i>A. (Parkinsonia) neuffensis</i> (var. à tours aplatis).	<i>Terebratula sphaeroidalis</i> Sow.
	<i>» Quillyensis</i> Bayle.
	<i>Rhynchonella</i> sp.

2° Au-dessus vient un banc roux de 35 à 40 cent. de calcaire homogène propre à tous les usages, puis,

3° Un banc curieux, dit *rocquart* par les ouvriers, qui se dédouble quelquefois en 2 ou 3 bancs, avec des taches grisâtres, bleuâtres ou rougeâtres : il est un peu siliceux, *caterneux* à la partie inférieure, employé pour moellons et pavés ; il renferme de nombreuses *Bélemnites* et des fossiles qui paraissent être les mêmes que ceux qui sont au-dessous.

4° 10 mètres de bancs calcaires à silex gris pâle : ces rognons siliceux abondent quelquefois en séries alignées. On ne trouve là que de gros exemplaires de *Amm. procerus*. A la base, il y a encore *A. ferrugineus*, *A. linguiferus* et *Tereb. Quillyensis*.

Ces calcaires sont visibles surtout dans les autres carrières, Gigot, Serin, et principalement dans la dernière, la plus éloignée de Vaussais.

J'ai appuyé sur le banc de *rocquart*, facile à reconnaître par les nombreux trous qui le percent, car il permet de retrouver facilement le niveau fossilifère dont je m'occupe ici.

Gisement de Bunnière. — A six kilomètres au sud de Vaussais, dans le vallon des Effes, on retrouve la zone à *A. zigzag*, à la tranchée de la route de Sauzé à Villefagnan et dans les anciennes carrières du chemin de fer de Niort à Ruffec. On y voit, de bas en haut :

1° 2 mètres 50, calcaires blancs dépourvus de silex, en bancs qui fournissent de véritables pierres de taille ; je les rapporte au Bajocien ;

2° Après un délit schisteux, rappelant tout à fait le banc pourri de Sainte-Pezenne, mais dépourvu de fossiles, vient un banc de calcaire blanc-jaunâtre gréseux, montrant de nombreux *Bélemnites* sur les surfaces usées ; il est noduleux, phosphaté, très fossilifère, et appelé banc de *rocquart* par les ouvriers qui l'emploient pour les fondations seulement. Il a un pied d'épaisseur et se dédouble à 20 cent. du haut, au niveau où les fossiles sont particulièrement abondants ; vu de face, l'aspect de ce banc est le même que celui du banc fossilifère du bas des carrières de Salles. On y trouve :

*Bel. bessinus.**A. fuscus.**A. serrigerus.**A. linguiferus.**A. pseudo-anceps.**A. polymorphus* d'Ort.*A. Neuffensis.**A. ferrugineus.**A. zigzag.**A. procerus.*

Il y a là de nombreuses variétés d'*A. zigzag*, les unes à grosses côtes très distinctes et espacées sur le jeune, d'autres avec des côtes fines intermédiaires, et des variétés passant tout à fait à *A. procerus*.

On trouve avec des *Nautilus*, *Trigones*, grosse *Lima* comme à Sainte-Pezenne, des *Gastropodes*, etc.

3° Au-dessus vient un banc avec très grosses *A. procerus* posées à plat à 60 cent. au-dessus du lit fossilifère précédent, puis une série de calcaires blancs à silex gris foncé passant à des calcaires à silex pâles et même blanchâtres.

Gisement d'Eparon. — A trois kilomètres environ à l'ouest de Bannière, dans le même vallon des Elles, contre la route de Tessé à Montjean, et au sud, il y a une carrière où l'on tire des pierres de taille. La partie supérieure montre une zone schisteuse rappelant aussi le banc pourri de Sainte-Pezenne, mais non fossilifère — puis, vient un banc poudinguiforme, décomposé en moellons, passant à la terre végétale ; j'y ai trouvé :

*Belemnites bessinus.**Amm. fuscus.**Amm. serrigerus* typique.*Amm. linguiferus.**Amm. Neuffensis.**Amm. ferrugineus.**A. zigzag.**A. procerus.*

Plusieurs espèces de *Cardium*, de *Turbo*, de *Terebratula*, etc. L'aspect du banc fossilifère est celui de Sainte-Pezenne et Echiré.

Forêt de Ruffec. — La zone *A. zigzag* existe aussi plus à l'est, à quatre kilomètres au nord de Ruffec, sur la ligne du chemin de fer de Bordeaux à Paris, dans la dernière tranchée à droite avant la sortie de la forêt. Il y a là un emprunt qui montre de bas de haut :

1° Calcaire blanc-jaunâtre, dur, sans silex, non gelif, ce qui est assez rare autour de Ruffec, sur 4 mètres environ — je le considère comme bajocien.

2° Banc calcaire de 50 cent. environ, dont la partie moyenne est pétrie de fossiles, surtout de *Belemnites*, avec des parties rougeâtres et des taches grises phosphatées, à odeur fétide ; l'aspect est celui du banc de Salles. On y rencontre :

Bel. bessinus, *Amm. fuscus*, *A. serrigerus*, *A. linguiferus*, *A. pseudo-anceps*, *A. ferrugineus*, *A. Martiusi* ? à moins que ce ne soit une grosse *A. zigzag*, *A. zigzag* type, *Arca* sp., *Myoconcha* sp., *Lima*

probo cidea ?, *Pecten* sp., divers Gastropodes, des *Terebratules* et *Stomechinus bigranularis*.

Au-dessus, il y a 1 mètre à 1^m50 de calcaires à silex gris-pâle ou blanchâtres, les silex commençant à 20 cent. seulement de la zone fossilifère, et enfin la terre argileuse rouge à minerai de fer.

Ces bancs plongent au sud vers Ruffec, selon la pente de l'anticlinal de Montalembert qui passe un peu plus au nord.

Vallée de la Charente-Bois Régnier. — Au nord-est de Ruffec, la route de Taizé-Aizie à Bioussac montre sur la rive gauche de la Charente, la zone à *A. zigzag*. Il y a là une tranchée à la base des coteaux, où l'on voit une série de calcaires plongeant au nord, car l'anticlinal de Montalembert passe immédiatement au sud. Au nord du vallon profond — de la lettre R de *Bois Régnier* de la carte d'État-major — on trouve un banc calcaire avec *A. zigzag* et un lit de grosses Ammonites, surmonté des calcaires à gros silex du Bathonien de la région.

La même zone affleure, à la montée, dessous les maisons de Bois Régnier, avec *A. serrigerus*, *A. fuscus*, etc.

Roc de la Voulême. — Sur la rive droite de la Charente, au nord du gisement précédent, en aval du village du Roc de Voulême, on trouve de nombreuses carrières, anciennes ou récentes, alignées le long des coteaux, sur 200 mètres environ de longueur. Les bancs plongent légèrement au nord.

A partir du niveau de la Charente, on voit :

Bajocien. — 1°, 5 mètres de bancs calcaires sans silex, donnant des pierres de taille très dures, qu'on est obligé de faire sauter à la mine. Les 3 mètres du bas sont blancs, avec nombreuses taches bleuâtres, irrégulièrement réparties et *A. Parkinsoni*, forme de Lizant et de la Manière. La partie supérieure est plus blanche;

2°, 5 à 6 mètres de calcaires blancs avec rognons siliceux; ces silex sont souvent plats, très abondants, gris ou gris-bleuâtre. Les bancs sont peu épais et montrent *Ter. spheroidalis* vers le haut;

Bathonien. — 3°, Série de bancs caverneux, exploités pour moellons, d'aspect rougeâtre et poudinguiforme, dit bancs de *roche* par les ouvriers et rappelant le *rocquart* de Bannière et Vaussais; ils se montrent dans le découvert de la partie supérieure des carrières. On peut les voir de près à la montée du chemin qui va de la source du Roc vers Blondin, à la dernière maison à droite. On a d'abord un petit banc de 35 cent. avec nombreuses *Bélemnites*, puis un gros banc de 1^m20 avec deux lits de grosses *A. zigzag* (ou *procerus*), et *A. pseudo-anceps* aplatie;

4°, Au-dessus viennent les calcaires blancs à très gros silex d'un gris très pâle ;

5°, Tout à fait sur le haut des coteaux, on a des calcaires blancs crayeux sans silex, quelquefois un peu schisteux, quelquefois compacts avec les fossiles calloviens (*A. anceps*, etc.).

Dans cette coupe, je n'ai pas vu en place *A. zigzag* type ou *A. ferrugineus* ; mais leur niveau est certainement dans les bancs n° 3. On voit d'après les détails que j'ai donnés que les fossiles n'abondent pas dans le Bajocien ou le Bathonien de cette région.

Vallée de la Charente-Compté. — Plus au nord, sur la rive gauche de la Charente, à la montée de la route qui va du pont de Compté vers Civray, on exploite les calcaires pour la fabrication de la chaux ; ces calcaires plongent nettement au nord, comme on peut le voir en comparant les bancs à droite et à gauche de la route ; la première carrière entaille le coteau sur une hauteur de 10 mètres environ. On y voit, de bas en haut :

1°, Série de calcaires sans silex, d'un blanc-jaunâtre à taches bleues ; d'abord ce sont des calcaires en dalles de 15 à 25 cent. dits bancs à pavés, où j'ai trouvé *Amm. (Cosmoceras) Garantianus* à 1^m20 du fond.

Puis les bancs sont plus épars et séparés par des zones argilo-gréseuses de couleur grise ; à 3^m20 du fond, il y a un niveau de petites *Amm. Humphriesianus*, avec *A. Parkinsoni*.

A 20 cent. au-dessus, il y a une zone de lignite de 1 à 2 cent. d'épaisseur, qui disparaît assez vite par la réunion du banc inférieur au banc supérieur ;

2°, 5 mètres calcaires blancs passant à la base des carrières suivantes, à droite et à gauche de la route, à la maison du propriétaire des fours à chaux ; à la séparation des bancs, il y a de nombreuses traces de coups de balai ou *chondrites* ; on trouve aussi *A. Parkinsoni*, de grosses *Ammonites* difficiles à déterminer, de gros *Nautilus* et des *Pholadomies*.

3°, Calcaires blancs à points jaunes avec des silex gris-bleuâtre, très nombreux, passant à des calcaires sans silex ;

4° Bathonien. — La zone *A. zigzag* existe tout à fait en haut du coteau, au-dessus de l'usine, dans les moellons. On y trouve (1) :

Amm. ferrugineus.
Amm. linguiferus.

Amm. fuscus.
Amm. procerus.

(1) Dans le *Compte-Rendu des Collaborateurs de la Carte géologique pour 1893*, j'ai cité déjà ces fossiles, p. 21.

Ce banc est au niveau de la bifurcation des deux routes du Breuil d'Haleine.

Un peu plus au sud, à Tardiveau, on trouve le Bathonien supérieur fossilifère.

Tous les gisements précédents se trouvent sur la carte au ¹/₁₀₀₀₀, feuille de Saint-Jean-d'Angely.

Gisement de la Trafigère. — Celui-ci se trouve sur la feuille de Confolens, dans le vallon qui va de Lizant à Genouillé. Le chemin de la Gourjaudrie à la Trafigère entaille le coteau de la rive droite et il y a une petite carrière à côté. On voit de bas en haut :

1° Deux mètres calcaires d'un blanc un peu, grisâtre, en petits bancs de 20 à 40 cent. ; le dernier montre des *Amm. zigzag* dans les délits et les Térébratules habituelles (1).

2° Banc de *rocquart*, épais de 40 cent., noduleux, avec des trous à la surface comme à Voulême, jaunâtre, à taches rougeâtres, avec de grosses *Ammonites* dans les délits. C'est un calcaire siliceux qui n'a pas les taches grises phosphatées.

3° Au-dessus il y a une série de calcaires à délits schisteux, argileux et sableux, avec de gros silex blancs.

J'ai tenu à donner des renseignements très minutieux sur les gisements que je signale ici, pour montrer la généralité de la zone, au moins dans le sud du Détroit poitevin, où l'on trouve partout cette zone fossilifère accompagnée d'un banc caverneux ou rocquart et d'un niveau de grosses *Ammonites*. Les bancs inférieurs à ces couches sont tellement pauvres en fossiles que je préfère les considérer comme appartenant au Bajocien.

J'ajouterai que M. Fournier a signalé [C. R. des Collaborateurs du Service de la Carte pour 1893, p. 26] les couches à *Amm. zigzag* au nord-est de Poitiers, mais que cette faune n'est pas connue au sud de Poitiers sur une étendue de 50 kilom. environ. Du reste, en suivant les gisements que j'indique dans cette note, du N.-O. au S.-E. on voit que leur richesse diminue en phosphates et en fossiles.

(1) J'ai déjà cité ce fossile dans le *Compte-Rendu des Collaborateurs du Service de la Carte géologique*.

LES TERRAINS D'EAU DOUCE DU BASSIN DE CONSTANTINE.

par E. FICHEUR (1).

(Pl. XVI).

APERÇU GÉOGRAPHIQUE. — Du magnifique belvédère que forme le rocher de Constantine du côté de l'Ouest, la vue s'étend sur un pays mamelonné, aux arbres rares, qui présente un contraste absolu avec les masses rocheuses qui l'entourent. Au nord, c'est le chaînon des Mouïa, tronçon de la grande chaîne numidienne dont on peut suivre le prolongement à l'ouest, vers la Kabylie orientale, jusqu'au Pic de Tamesguida, voisin des Babors ; du côté sud, faisant face au rocher de Constantine, la grosse masse du Chettaba montre ses escarpements rocheux et les colorations rouges des ondulations de ses pentes.

Cette région déprimée, que je désignerai sous le nom de bassin de Constantine, représente en partie l'emplacement d'une cuvette lacustre de l'époque tertiaire, comblée par des sédiments de composition variée. Au premier aspect, on distingue deux zones d'apparence bien tranchée : d'abord une bande de collines argileuses à teinte grise, puis des mamelons rougeâtres, dont la coloration, parfois intense, donne par ses tons chauds à ce paysage un cachet tout spécial.

Ce pays, que l'on domine presque entièrement, est fortement accidenté, et profondément entaillé par de nombreux ravins qui descendent au Roummel, dont la vallée est assez largement étalée au pied de Constantine ; mais plus loin, à 15 kilomètres au nord-ouest, la rivière s'engouffre à nouveau dans le défilé étroit et profondément creusé au travers des rochers crétacés du Kheneg, qui reproduisent dans des proportions aussi grandioses l'image de la fameuse coupure de Constantine. De chaque côté de la vallée se dessinent des ondulations dont les saillies les plus remarquables ne dépassent guère 700 mètres à l'ouest d'Aïn-Kerma, en sorte que l'altitude de cette région oscille en moyenne entre 300 et 600 mètres.

(1) Note présentée à la séance du 17 décembre 1894 ; manuscrit reçu le 19 décembre. Épreuves corrigées par l'auteur, parvenues au secrétariat le 25 janvier 1895.

Au nord, la chaîne numidienne se maintient à une altitude moyenne de 1,100 mètres entre les massifs pittoresquement découpés du Kef Sidi-Dris, à l'est, et du Msid-er-Aïcha (1,480^m) à l'ouest. La coupure de l'Oued-el Kébir sépare ce dernier massif des chaînons rocheux du Djebel Zouagha (1,292^m), qui forment une ligne de crêtes continue jusqu'au Tamesguida. Le bassin lacustre est nettement limité au pied de cette arête importante, dont le prolongement à l'est s'étend en s'abaissant vers Jemmapes et le bassin du lac Fetzara.

Au sud, la limite est tracée par une chaîne démantelée dont le Djebel el-Akhal (1,256^m) et la masse du Chettaba (1,316^m) sont les anneaux les plus saillants, et qui se prolonge à l'est par le rocher de Sidi-M'cid et le Djebel Ouach (1,289^m). Les dépressions qui séparent ces tronçons, de chaque côté du Chettaba, sont occupées par des dépôts tertiaires indiquant la communication avec d'autres zones lacustres vers le sud-est.

A l'ouest, le bassin se prolonge, sur une moindre largeur, dans la dépression de Redjas, et sur le territoire des Ouled-Kebbab jusqu'à Fedj-Mzala, limité au nord par le Djebel Bou-Cherf et son prolongement vers Zéraïa.

Dans ces limites, le bassin lacustre occupe de l'ouest à l'est une étendue de 80 à 90 kilomètres avec une largeur moyenne de 20 kilomètres dans la région de Constantine, se réduisant à 12 ou 13 dans l'ouest.

La présente Note a pour objet de préciser la succession des terrains lacustres de ce bassin et leur classification dans la série des formations tertiaires, sans étudier leur extension complète en dehors de ses limites. Persuadé que cette étude pourra servir de base à la détermination des formations analogues dans les régions voisines, j'insisterai avec quelques détails sur la distribution relative des diverses assises sur plusieurs points, afin d'en fixer les modifications essentielles.

HISTORIQUE. — L'origine lacustre des terrains argileux de ce bassin a été reconnu par les premiers observateurs à la suite des découvertes de lignites avec coquilles d'eau douce du voisinage du Smendou, mais leur attribution a donné lieu à des interprétations très divergentes. D'une manière générale, les assises argileuses sont considérées comme se rapportant à une formation unique, au-dessus de laquelle se sont déposés les conglomérats rouges. Renou (1848), dans l'*Exploration scientifique de l'Algérie*, rapporte les argiles

à lignites au Tertiaire moyen, et les poudingues du Coudiat-Aty et de Chettaba au Tertiaire supérieur.

Fournel (1) (1849), insiste sur les lignites du Smendou dont il signale les analogies avec les couches à lignites du bassin d'Aix ; il reconnaît auprès de Mila les couches à *Ostrea crassissima*, auxquelles il rattache toute la série argileuse sous-jacente.

A la suite de ses premières explorations (1854), *Coquand* (2) considère les couches du Smendou, par suite de la présence du *Flabellaria Lamanonis*, comme l'équivalent des lignites d'Aix, d'Apt et de Manosque, et attribue les poudingues du Coudiat-Aty au Pliocène. Mais, dans son deuxième travail (3) (1862), cet auteur revient sur son opinion, et, par suite d'observations incomplètes, place les poudingues du Coudiat à la base de toute la série lacustre, divisée en trois sous-étages, rattachés au Tertiaire supérieur.

Tissot (4) (1881) réunit toute la série dans un même étage pliocène récent, assise argileuse à la base, poudingues et travertins au sommet avec passage graduel d'une assise à l'autre.

M. Ph. *Thomas* (5) (1884) fait de la série lacustre un étage miopliocène, avec deux faciès distincts : argiles à lignites du Smendou, et argiles gypseuses à Hélices dentées du Polygone de Constantine. Au-dessous vient la formation calcaire d'Aïn-el-Bey (Pliocène), tandis que les poudingues du Coudiat-Aty sont attribués au Quaternaire.

M. *Pomel* (6) (1889) établit une distinction entre les couches du Smendou, qu'il considère au moins comme d'âge helvétien, et les argiles à Hélices dentées qu'il est amené à rattacher à l'étage sahélien sur la foi des observations de M. Pierredon dans la région de Berrouaghia ; au sujet des autres assises, il conserve l'opinion de M. Thomas.

La détermination de l'âge de ces diverses formations devait s'appuyer sur l'étude de leurs relations avec l'étage helvétien marin, reconnu dans les environs de Mila ; cette région, ainsi que l'indiquait M. Pomel, pouvait présenter la solution de cette question importante, si controversée. C'est en vue de ces recherches que j'ai été chargé par MM. Pomel et Pouyanne, directeurs du Service

(1) FOURNEL. Richesse minérale de l'Algérie, t. 1^{er}, p. 217 et suiv.

(2) COQUAND. Desc. géol. de la prov. de Constantine (*Mém. Soc. Géol. de Fr.*, 1854).

(3) COQUAND. Géol. et Paléont. de la région sud de Constantine, 1862.

(4) TISSOT. Texte explicatif de la Carte géol. provisoire de Constantine.

(5) THOMAS. Sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie (*Mém. Soc. Géol. de Fr.*, 1884).

(6) POMEL. Description stratig. générale de l'Algérie, 1889.

géologique de l'Algérie, d'étudier la région de Mila, où j'ai eu la satisfaction de reconnaître la succession stratigraphique, en avril 1891. J'ai eu, depuis cette époque, l'occasion d'explorer, à plusieurs reprises, les diverses parties du bassin de Constantine ; c'est à la suite d'observations nouvelles faites dans la région de Berrouaghia, que j'ai été amené à préciser l'âge des diverses assises lacustres, ce qui a fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences (2).

APERÇU GÉOLOGIQUE SUR LA BORDURE DU BASSIN. — La chaîne numidienne fait partie de la grande ligne orographique, qui comprend à l'ouest le Djurjura et les Babors ; l'axe en est constitué par les calcaires liasiques qui apparaissent dans toutes les saillies principales, et qui pointent ici au sommet du Msid-er-Aïcha et au Kef Sidi-Driss de même qu'à l'est, aux pitons culminants d'El-Kantour et des Toumiettes. A l'exception d'îlots restreints de Néocomien, dont le plus important affleure à la crête du Msid-er-Aïcha, c'est le Sénonien qui existe ici d'une manière continue, en relation avec le Lias ; quelques lambeaux de Suessonien à silex et une zone démantelée d'Eocène moyen attestent les colossales ablations subies par ces puissantes assises avant le dépôt des grès de l'Eocène supérieur.

L'étage inférieur de ces grès, que j'ai désignés sous le nom d'étage medjanien (2) occupe une bordure sur le revers méridional de cette chaîne, dont les crêtes sont couronnées en majeure partie par les grès de Numidie, dernier terme de la série éocène (3) (étage numidien).

Ces grès représentent les derniers dépôts marins de toute cette région littorale, et il nous paraît vraisemblable d'admettre que l'émersion totale de la Numidie, ainsi, du reste, que de toute l'Algérie, a suivi leur dépôt et permis l'action d'érosions intenses qui ont démantelé ces grès sur de vastes surfaces. Je me contenterai de rappeler que la région qui s'étend au nord et en contre-bas de cette chaîne jusqu'à la mer ne montre que les grès numidiens démantelés, directement superposés aux schistes anciens.

Au sud, le chaînon du Chettaba avec ses dépendances est uniquement constitué par la série crétacée, avec lambeaux suessoniens sur le revers méridional. Ce n'est qu'à l'est de Constantine qu'ap-

(1) FICHEUR. Le bassin lacustre de Constantine et les formations oligocènes en Algérie (*C. R. Ac. des Sc.*, 7 mai 1894).

(2) FICHEUR. Notice géographique et géol. sur la Kabylie, 1892.

(3) POMEL. Description stratig. générale de l'Algérie, 1889. — FICHEUR. Les terrains éocènes de la Kabylie du Djurjura, 1890.

paraît la puissante formation des argiles et grès de Djebel-Ouach, appartenant à l'étage medjanien.

En résumé, la bordure du bassin est constituée par des chaînons crétacés et éocènes, et c'est sur le flanc des assises variées de ces divers étages que viennent s'appliquer de la manière la plus irrégulière les terrains lacustres qui nous occupent. Je rappellerai encore que, vers le milieu du bassin de Constantine, se montre à découvert l'îlot rocheux de Kheneg, constitué par les calcaires de l'étage urgo-aptien.

§ I. — La région de Constantine.

1° DE CONSTANTINE AU SMENDOU. — Au pied du rocher de Constantine, au nord, sur la rive droite du Roummel, on rencontre, immédiatement au-dessus des bains de Sidi-M'cid, des couches rouges constituées par des alternances de poudingues à éléments de dimension très variée, et de lits argilo-sableux, d'aspect alluvionnaire. Ces conglomérats en couches bien stratifiées, et inclinées d'environ 15° à l'ouest, reposent sur les marnes noires du Sénonien adossé par faille à l'escarpement des calcaires Cénomano-Turonien (Voir Pl. XVI, fig. I et II).

Ce terrain rouge, puissant ici de plus de 100 mètres, vient recouvrir au nord, sur la rive gauche du ravin de l'Oued Zid, une assise d'argiles à gypse, qui s'étalent à l'est sur le Sénonien et, au nord, viennent s'adosser aux rochers démantelés et corrodés des calcaires Turoniens du plateau de Bekeira (Pl. XVI, fig. I), que contourne la voie ferrée. On voit nettement que ces calcaires turoniens, au dessus du Hamma, formaient la bordure du bassin; les bancs sont corrodés et ont laissé sur les pentes de petits rochers en saillie, bien en place, entourés et recouverts par les argiles.

On peut suivre cette assise argileuse sur la nouvelle route de Philippeville par la Corniche, jusqu'à la station du Hamma. Ce sont des argiles grises et brunes, légèrement feuilletées, renfermant de nombreux cristaux de gypse, et intercalées de plaquettes de gypse fibreux, qui les pénètre également sous forme de filonnets.

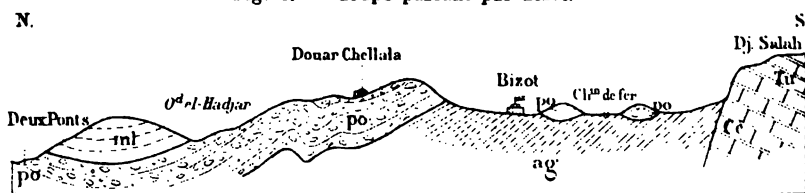
Ces argiles renferment des lentilles de calcaires travertineux de coloration variée, rosés, rouges, jaunâtres, veinés de filonnets de calcite. Quelques parties sont de véritables tufs à tiges de roseaux; on y trouve également des calcaires à concrétions pisolithiques. Ces travertins renferment çà et là des *Helix* peu déterminables. Ils sont exploités pour l'empierrement de la route et l'on peut en recueillir de beaux échantillons dans les ravines de l'Oued Zid.

Ces flots calcaires sont visiblement intercalés dans les marnes et argiles; ils empâtent par places de gros blocs roulés de grès éocènes. Ces travertins diffèrent de ceux qui, plus récents, se montrent à la surface des poudingues rouges au-dessus de la rive droite du Roummel (Pl. XVI, fig. II).

Cette assise argileuse à gypse et travertins s'étend jusqu'à la vallée du Roummel à l'ouest, et forme une bordure sous les poudingues le long de la route, à partir du Pont-d'Aumale. Elle se poursuit au nord autour du promontoire rocheux de Békeira et constitue la dépression que suit la route du Hamma à Bizot. Au nord-ouest, ces argiles vont passer sous les conglomérats rougeâtres qui forment l'arête du Djebel Bergli (Pl. XVI, fig. I), et dont les couches inclinées d'environ 130° au nord-ouest, se présentent sur une épaisseur de plus de 150 mètres. Cette superposition est des plus nette, au nord de Bizot (Pl. XVI, fig. IV). La présence de petits lambeaux de poudingues rouges démantelés, surmontant l'assise argileuse sur quelques mamelons proches de la voie ferrée au sud du village de Bizot, indique l'extension de ce terrain détritique jusqu'au pied des escarpements rocheux du Djebel Kellal.

La voie ferrée, ainsi que la route, descend entre Bizot et Deux-Ponts le ravin de l'Oued el Hadjar et traverse cette puissante assise constituée par des conglomérats peu cohérents surmontés de grès grossiers jaunâtres friables avec intercalations de sables argileux (grès et sables de Bizot, de Tissot). Ces couches sont affectées d'un double plissement, qu'il est facile d'observer dans les tranchées du chemin de fer, le deuxième anticlinal présente une torsion assez brusque au sud, que j'ai essayé de présenter dans la figure suivante.

Fig. 1. — Coupe passant par Bizot.



Echelle $\frac{1}{100.000}$; hauteurs triplées.

Ce Tu. Cénomanien-Turonien.
ag. Argiles à gypse.

po. Conglomérats.
ml. Arg. à lignites.

Ces grès et sables, puissants de plus de 100 mètres, m'ont paru sans fossiles.

On les voit passer de chaque côté du ravin, mais principalement sur la rive gauche, au-dessous d'une nouvelle assise d'argiles grises avec gypse, qui, au premier aspect, présente le même faciès que l'assise argileuse de Bizot, surfaces ondulées et entièrement dénudées. Cette similitude de composition explique la confusion commise par les précédents observateurs, qui ont considéré ces deux assises argileuses comme appartenant à la même formation. L'intercalation de l'assise détritique établit, au contraire, une barrière dont nous verrons plus loin l'importance stratigraphique.

L'assise supérieure se développe sur la rive droite de l'oued Smendou, et se relève au nord sur les couches jaunes rougeâtres qui apparaissent surtout dans les parties élevées. La voie ferrée coupe les argiles dans les tranchées et les petits tunnels entre Deux-Ponts et Smendou, et permet d'observer la constitution de cette formation.

2° ENVIRONS DE CONDÉ-SMENDOU. — Cette assise, bien connue sous la désignation d'argiles à lignites du Smendou, est constituée par des argiles gris-noirâtres, souvent feuilletées, schistoïdes, renfermant de nombreux cristaux de gypse, et intercalées de bancs de grès et de lits de calcaires marneux avec traces charbonneuses et empreintes végétales. On y rencontre encore, mais d'une manière très restreinte, quelques couches de poudingues durs, grisâtres, absolument différents des conglomérats de l'assise sous-jacente. Ces argiles se détrempe facilement sous l'influence des pluies, et donnent lieu à un terrain boueux, d'une traversée difficile.

Les parties schisteuses renferment quelques couches de lignites, signalés en 1841, qui ont donné lieu à des recherches au voisinage du village de Condé-Smendou ; les couches reconnues, d'une épaisseur totale de 1^m20, renferment des combustibles pyriteux, avec une trop grande proportion de cendres, 30 0/0.

C'est de ces couches que provient la molaire de Mastodonte, décrite par Gervais comme *Mastodon brevirostris*, paraissant voisin du *Mast. angustidens*. Coquand y a recueilli *Flabellaria Lamanonis*, ce qui lui avait fait placer ces couches au niveau des gypses d'Aix.

De nombreux fossiles d'eau douce ont été recueillis dans ces argiles, principalement dans les berges de l'Oued Smendou, et de l'Oued Beni-Brahim ; je rappellerai, d'après M. Th. Thomas :

Unio Dubocquii Coquand.

Anodonta Smendovensis Coq.

Melanopsis (Smendovia) Thomasi Tournouer.

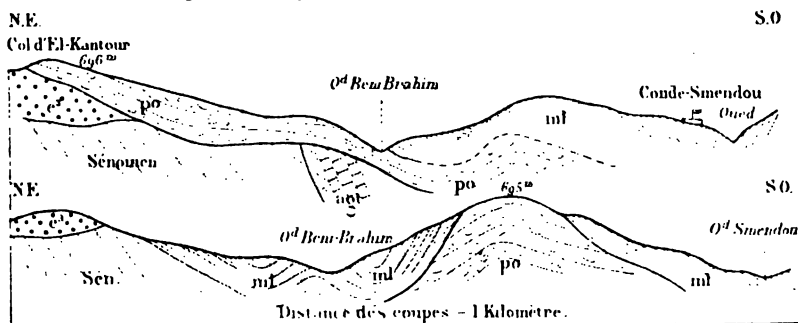
Planorbis Jobæ Crosse,

avec des Limnées, Planorbis, Paludines, Bithynies, etc.

La stratification, nettement indiquée par les intercalations de bancs rigides, montre que ces couches sont disposées en synclinaux entre les zones de conglomérats et grès friables jaunes, qui tracent les saillies culminantes (Pl. XVI, fig. IV).

A l'est du Smendou, ce terrain prend un grand développement et donne lieu à une région fortement ondulée et ravinée. C'est principalement sur le revers nord de la ligne de hauteurs qui domine le village à l'ouest, que l'on peut voir les relations de ces argiles avec les conglomérats et grès jaunes. Ces couches détritiques sont absolument les mêmes que celles de Bizot ; leur surface est généralement désagrégée, et les débris, descendus sur les pentes, viennent masquer le plus souvent le contact avec les argiles ; mais en bien des points il est facile d'observer que des ravinelements plus ou moins considérables séparent les deux assises ; en particulier, dans les tranchées de la route, à 1 kilomètre au nord du Smendou. En outre la démarcation si nette entre ces terrains jaunes sableux et les argiles de teinte foncée qui surmontent, indique un changement complet de régime dans la sédimentation, et non un passage graduel.

Fig. 2. — Coupes du Smendou au Col d'El-Kantour,



Echelle $\frac{1}{50,000}$; hauteurs triplées.

e³ . Grès de Numidie.

agt. Poudingues calcaires et travertins.

po. Conglomérats et sables.

ml. Argiles à lignites.

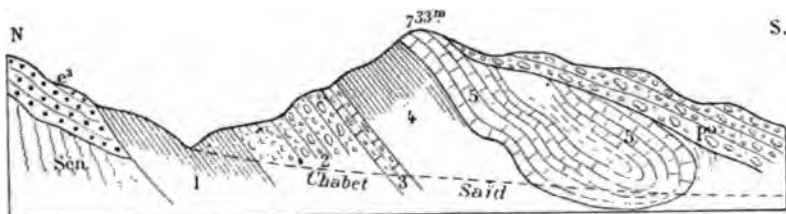
Le contrefort du Djebel Kantour, sur le flanc duquel la route s'élève en lacet, est constitué par des poudingues rouges, à gros éléments, en couches inclinées au sud, qui rappellent les poudin-

gues du pied de Sidi-M'cid ; ces poudingues se relèvent à la crête, où ils viennent reposer sur les grès numidiens. Immédiatement à l'ouest du ravin qui limite ce contrefort, les argiles à lignites montrant leur discordance sur ces poudingues, s'étendent sur les tranches des couches qu'elles débordent pour s'appuyer directement sur les grès de Numidie et même sur le Sénonien sous-jacent, qui apparaît par suite de l'ablation des grès.

En remontant le ravin entamé par une nouvelle route, au coude du chemin de fer, à 2 kilomètres au nord du Smendou, on observe un lambeau de terrain rocheux formant cascade ; il est constitué par des calcaires travertins intercalés de poudingues très durs à ciment calcaire, bien différents des poudingues rouges, qui recouvrent en discordance bien nette leurs couches verticales (Fig. 2). Cet ilot important appartient à l'assise inférieure *at*, et indique l'extension vers l'est d'une assise remarquable, que nous allons signaler, à huit kilomètres à l'ouest.

Dans le ravin, connu sous le nom de Chabet Saïd, affluent de l'Oued Shikra, on peut relever la coupe suivante (Fig. 3).

Fig. 3. — Coupe de la rive gauche du Chabet-Saïd, à 8 kil. à l'O. du Smendou.



Au-dessus des grès de Numidie, on rencontre :

- | | |
|---|------------|
| 1. Marnes grises et noires très déliquescentes, environ. | 80 mètres. |
| 2. Poudingues incohérents, constitués presque uniquement par les débris des grès numidiens, environ. | 50 m. |
| 3. Poudingue calcaire dur, à éléments volumineux, provenant du Lias et du Sénonien, formant un banc très net, à l'apparence rocheuse d'un banc calcaire | 7 à 8 m. |
| 4. Marnes noires avec cailloux de grès disséminés. | 50 à 60 m. |
| 5. Calcaires blancs et rosés, marmoréens par places, ailleurs tufacés, d'origine travertineuse. | 60 à 80 m. |

Ces calcaires constituent des zones rocheuses qui forment des saillies dentelées dans ces lignes de crêtes secondaires, au revers inférieur du Kef-Sidi-Driss.

Cette série, puissante de plus de 250 mètres, est entièrement

concordante; elle représente un dépôt lacustre antérieur aux conglomérats *po*, qui la recouvrent en discordance manifeste.

La rive gauche du ravin présente un accident stratigraphique remarquable, indiqué dans la coupe précédente; c'est un pli synclinal renversé des calcaires 5, sur lequel reposent en discordance les poudingues et grès sableux. Ce plissement paraît antérieur au dépôt des poudingues; il est d'autant plus intéressant que l'allure générale des couches lacustrès dans tout ce bassin est assez simple et régulière. Ce pli devient plus compliqué un peu à l'ouest de ce ravin, où les calcaires 5 forment des saillies rocheuses, dans lesquelles l'Oued Sbikra se trouve profondément étranglé.

Les calcaires travertins rappellent d'une manière remarquable les lentilles de cette origine intercalées dans les argiles à gypse de l'Oued Zid, de même que ceux de Mila. Je n'hésite pas à considérer cette puissante assise comme un facies particulier, littoral avec poudingues, de l'assise des argiles gypseuses du Hamma et de Bizot.

Les conglomérats et sables jaunes *po* sont surmontés, sur la rive gauche de l'Oued Sbikra, par les argiles, qui se poursuivent en continuité jusqu'au Smendou (Pl. XVI, fig. IV).

En résumé, la série lacustre est représentée dans la région du Smendou par :

- 1° *Assise inférieure* : Argiles grises, poudingues et calcaires travertins du Chabet-Saïd, ép. 250 mètres.
recouverte en discordance par
- 2° *Assise moyenne* : Poudingues d'El-Kantour, conglomérats, grès friables et sables argileux, environ 150 m.
- 3° *Assise supérieure* : Argiles à lignites du Smendou, recouvrant par ravinement et discordance l'assise précédente, environ . . . 200 m.

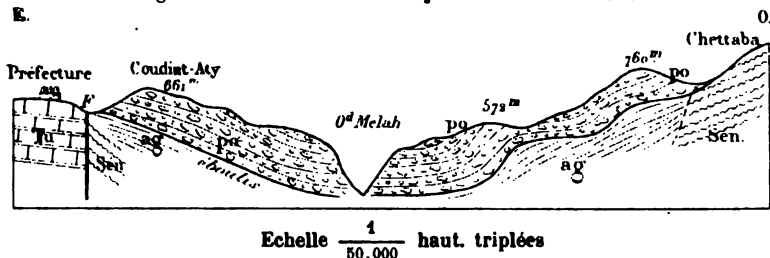
Cette série concorde exactement avec la succession des couches de Bizot, avec cette différence que l'assise inférieure affleure sur une large surface dans la partie sud du bassin, tandis qu'elle est presque entièrement masquée à la bordure nord. La fig. IV de la planche XVI montre l'allure générale de cette série lacustre dans la largeur du bassin.

3° ENVIRONS DE CONSTANTINE. — La route qui, du Pont-d'Aumale, s'élève à Constantine en développant ses lacets sur les contreforts du Coudiat-Aty, traverse presque constamment une puissante assise de terrain caillouteux rouge, à stratification nette, dont les escarpements, le long de la coupure de l'Oued-Melah, présentent des épaisseurs qui dépassent 100 mètres. Ces conglomérats, à gros blocs, intercalés de limons sableux rouges, offrent entièrement l'aspect

alluvionnaire. Quelques parties, en discordance sur la masse, appartiennent à des alluvions bien plus récentes, et englobent à l'état roulé des fragments de poudingues empruntés à la masse sous-jacente.

De chaque côté du ravin, les couches se relèvent en synclinal bien manifeste avec une inclinaison d'environ 15° (fig. 4); c'est ainsi qu'elles atteignent le Coudiat-Aty (661^m), où ces conglomérats fortement cimentés sont remarquables par l'énorme dimension des blocs qui en forment les éléments, empruntés en majeure partie aux grès éocènes du Djebel-Ouach. Au Coudiat, les poudingues, visibles sur plus de 50 mètres, présentent une inclinaison d'environ 15° vers le sud (Pl. XVI, fig. III). La disposition synclinale de cette assise est bien manifeste; elle est admirablement visible des collines qui dominent le Hamma, au nord; c'est ainsi que j'ai relevé le profil suivant.

Fig. 4. — Profil du Coudiat-Aty au flanc du Chettaba.



Mêmes notations que les coupes précédentes.

Sur le versant du Chettaba, les couches sont plusieurs fois ondulées, et en un point fortement redressées; elles se relèvent jusqu'à la cote 821, et viennent s'appuyer au sud sur le Sénonien, tandis qu'au nord elles recouvrent les argiles à gypse de l'assise inférieure.

Les poudingues de l'Oued-Melah se relient d'une façon manifeste à ceux de l'Oued-Zid, dont elles sont séparées par le Roummel, un peu en amont du Pont-d'Aumale (comparer la fig. 4 à la fig. 1 de la planche).

Sur le versant est du Coudiat-Aty, les poudingues sont fortement inclinés, et descendent rapidement jusqu'au Roummel, ainsi qu'on peut le voir en suivant la route de Sétif. On peut s'assurer également qu'ils recouvrent une zone d'argiles, que je n'hésite pas à rattacher aux argiles à gypse de l'Oued Melah. Il en résulte que la saillie du Coudiat est formée par la voûte d'un anticlinal N.-S. Il est à remarquer que la faille qui limite le rocher de Constantine à

l'ouest mettant les calcaires turoniens en contact avec les marnes sénoniennes, visibles sur le sentier qui longe le pied de l'escarpement, n'a pas affecté les poudingues du Coudiat, ni les argiles sous-jacentes; il est permis d'en conclure que les principales lignes de dislocation qui ont isolé le rocher de Constantine se sont produites antérieurement aux premiers dépôts lacustres.

En suivant, au delà du Coudiat, le contrefort qui porte le Fort Bellevue, on voit que les conglomérats rouges remaniés à la surface supportent un terrain caillouteux à couches sensiblement horizontales, moins compact que le précédent, et qui appartient à une nappe alluvionnaire bien plus récente, dont il y aura lieu de rechercher les relations avec les dépôts d'alluvions des plateaux qui dominant la vallée du Bou-Merzong, en amont de Constantine (Pl. XVI, fig. III).

Au-dessous des poudingues du Coudiat, on retrouve sur les versants de l'Oued Melah, les argiles à gypse, identiques à celles du Hamma et qui constituent la zone de collines mamelonnées s'étendant au pied de l'escarpement remarquable qui porte l'ancien télégraphe d'El-Hadj-Baba (fig. III). Ces argiles à gypse ont été particulièrement étudiées avec soin autour du Polygone de Constantine, et la faune intéressante de Mollusques terrestres qu'elles renferment est connue depuis les déterminations de Crosse, et la description de Coquand (1862). Ce sont principalement des Hélices à test épais, à péristome fortement denté, dont je rappellerai la liste :

Helix Jobæana Crosse.

H. Semperiana Cr.

H. Desoudiana Cr.

H. Dumortieri Cr.

H. subsenilis Cr.

Helix Vanvincquiæ Crosse.

H. rechodia Bourg.

Bulimus Jobæ Cr.

Ferussacia atava Cr.

Etc.

Ces argiles gypseuses, ainsi que l'ont remarqué M. Pomel et M. Thomas, sont nettement inférieures aux poudingues du Coudiat et de l'Oued-Melah, bien que la superposition ne soit pas très nette dans le ravin, où les deux assises paraissent en contact par suite d'une petite faille, glissement des poudingues au niveau des argiles. Mais, sur les flancs du Chettaba, on voit les lambeaux de conglomérats rouges, adossés aux terrains crétacés, recouvrant nettement les argiles à gypse.

M. Thomas a signalé à la partie supérieure de ces argiles, des conglomérats gréseux, renfermant *Unio Dubocquii* et *Planorbis Jobæ* qui paraissent identiques aux espèces du Smendou, il y aurait là

dans les conglomérats, qui affleurent en-dessous des travertins supérieurs sur le flanc des collines dominant la rive droite du Roummel, un représentant des couches de Smendou ; n'ayant pas été assez heureux pour recueillir ces fossiles, je remets à une étude ultérieure la détermination précise de ce niveau.

Les couches rouges ne dépassent pas la vallée du Roummel, au sud, en sorte que les argiles à Hélices dentées viennent passer, sur les flancs du plateau d'Aïn-el-Bey, et sur les pentes inférieures du Djebel El-Hadj-Baba, sous un système de calcaires travertineux, concrétionnés à la base, durs et compacts à la partie supérieure, qui renferment des empreintes végétales et des *Helix*. Les couches inférieures, poudinguiiformes, passent latéralement vers l'est à des alluvions caillouteuses, bien différentes d'aspect des conglomérats rouges du Coudiat.

Ces travertins et marnes roses dont la description a été donnée avec détails par M. P. Thomas, renferment des Hélices, des Limnées, Planorbes, Paludines, etc. Les principales espèces citées sont : *Helix pyramidata* Forbes, *H. subsemperiana* Thomas, *Helix fossulata* Pomel, *Bulimus Bavouxi* Coq., etc. M. Thomas y signale l'*Hipparion gracile*, var.

Ces travertins atteignent plus de 120 mètres d'épaisseur sur le flanc de l'arête rocheuse d'*El-Hadj-Baba* (Pl. XVI, fig. III). Je ne puis, au sujet de l'âge de cette formation, que me ranger à l'opinion de M. Thomas, qui la considère comme *Pliocène inférieur*, ainsi que M. Pomel. Je constate seulement que ces calcaires paraissent indépendants de la série lacustre qui fait l'objet de cette note et qu'ils se trouvent localisés au sud de Constantine ; aucune raison ne s'oppose à ce qu'ils appartiennent au Miocène supérieur.

Il est intéressant de remarquer à ce sujet que deux espèces voisines de celles de ces travertins ont été recueillies dans les grès sableux du Pliocène inférieur de Carnot, par M. Brive et par moi (1). L'une d'elles, *Helix fossulata* Pomel, est identique aux échantillons d'Aïn-el-Bey ; l'autre, *Helix* cf. *subsemperiana* Thomas, est intermédiaire entre *H. semperiana* des argiles du Polygone et l'espèce d'Aïn-el-Bey. Ce qui semble indiquer que les travertins d'Aïn-el-Bey sont tout au plus de même âge que le Pliocène inférieur de Carnot.

Des observations qui précèdent, il résulte que les argiles à Hélices dentées du Polygone de Constantine occupent, sous les poudin-

(1) BRIVE. Les terrains miocènes de la région de Carnot (*B. S. G. F.*, 5 fév. 1894).

gues rouges, la même situation que les argiles du Hamma, dans lesquelles des recherches insuffisantes ne m'ont permis de rencontrer de fossiles. Ces deux assises argileuses ne sont séparées que par la barre des poudingues de la partie inférieure de l'Oued-Melah, large tout au plus de 1500 mètres ; il me paraît indiscutable, par suite de l'analogie absolue de facies et de relations par rapport au massif du Chettaba, que les argiles gypseuses de l'Oued-Melah et du Polygone sont le prolongement des argiles du Hamma, et plus directement de celles qui s'étendent sur le revers nord du Chettaba, dont nous allons suivre l'extension à l'ouest.

§ II. — La région de Mila.

1° DE CONSTANTINE A MILA. — La route de Constantine à Mila permet de juger d'une manière très facile de la disposition des assises du bassin, dont on suit la bordure sud de l'est à l'ouest.

La rive gauche du Roummel, à partir du Pont-d'Aumale, est dominée par les ondulations argileuses qui s'élèvent jusqu'au flanc des escarpements de Chettaba. Ces argiles, prolongement direct de celles du Hamma, sont intercalées de bancs de travertins, en dessous de Salah-bey (Pl. XVI, fig. II) ; elles renferment également de nombreux cristaux de gypse et des plaquettes de gypse fibreux. Ces argiles passent au nord sous les couches rouges du Djebel Khanga, dont l'extrémité fait face, à l'est du Roummel, au Djebel Bergli (Pl. XVI, fig. I). Ces conglomérats et sables argileux rouges, qui commencent un peu à l'est du village d'Aïn-Kerma, forment une saillie culminante (726 mètres au Djebel Nougra) et plusieurs rides qui dominent toute cette région centrale. Les couches, épaisses d'une centaine de mètres, sont très visibles à distance, grâce à leur coloration parfois intense ; elles sont disposées en synclinal, dont le pendage nord se relève sur les calcaires crétacés du Kef *Beni Hamza*, dépendance du rocher de Kheneg. Dans les dépressions, sous les poudingues rouges, se montrent les argiles gypseuses, et la présence de plusieurs témoins de terrain rouge sur les mamelons culminants permet de relier directement toute cette zone médiane aux poudingues qui s'adossent au Chettaba, au sud de Rouffach. La disposition est absolument la même qu'à Bizot ; il est visible que l'assise des conglomérats a recouvert toute la zone argileuse et qu'elle s'étendait du flanc du Chettaba, couvrant toute l'étendue du bassin, jusqu'au pied de la chaîne numidienne. Dans la partie centrale, les terrains rouges dominant et se relient directement au

nord-est aux conglomérats et sables jaunes du Smendou. Le contact de l'assise détritique et de l'assise argileuse sous-jacente est jalonné par des sources nombreuses.

La route, qui se rapproche du pied du massif crétacé, ne quitte pas l'assise argileuse et traverse, auprès du centre d'El-Mala, une zone où les travertins calcaires s'intercalent en puissantes couches au milieu des argiles. Ces calcaires sont durs, marmoréens, parfois rosés, parfois jaunâtres, avec des géodes de calcite. Ils présentent une très grande variété d'aspect : ce sont, çà et là, des calcaires zonés, avec concrétions pisolithiques ; sur d'autres points, des calcaires tufacés et débris de végétaux. L'origine de ces calcaires n'est pas douteuse ; ils sont irrégulièrement distribués au milieu des marnes ; les bancs sont disloqués, diversement inclinés par suite des glissements ; quelques bancs renferment des *Helix* indéterminables. Ces calcaires, identiques à ceux du ravin de l'Oued Zid signalés plus haut, forment une série de zones rocheuses au sud d'El-Mala, sur les pentes des derniers escarpements du Chettaba.

Plus à l'ouest, dans la vallée de l'Oued-el-Kotoun, ces argiles à gypse pénètrent entre le Chettaba et le Djebel El-Akhal et se développent vers le sud de la même manière qu'à Constantine.

Au nord du Djebel El-Akhal se retrouve la même disposition que sur le flanc du Chettaba ; les couches rouges qui ont résisté à l'érosion forment au-dessus des argiles une bordure qui s'étend sur les flancs du Crétacé de la montagne (Pl. XVI, fig. VI). Au nord du village d'Azeba, des lambeaux du même terrain relie cette zone à la puissante assise de Conglomérats rouges qui se développent au nord, sur les saillies culminantes, dans le prolongement de la zone d'Aïn-Kerma.

2° ENVIRONS DE MILA. — L'assise argilo-gypseuse se poursuit autour de Mila, profondément ravinée par les torrents qui s'écoulent de Djebel El-Akhal. Les travertins calcaires y sont puissamment développés et présentent une remarquable variété de coloration et de texture ; les teintes en sont parfois très vives, du rouge vif au rose clair, avec des tons jaunes ; certaines parties sont de véritables pierres d'ornement.

Ces calcaires marmoréens gisent le plus souvent à la surface des marnes argileuses, principalement sur les pentes des ravins, en dessous de la ville ; ils se montrent également en flots rocheux sur les pentes qui dominent au sud. C'est autour de Mila que ces travertins sont le plus variés, et leur analogie absolue avec ceux d'El Mala et de l'Oued Zid indique des conditions identiques dans leur

dépôt. Ces calcaires ont été exploités comme matériaux de construction et des blocs de grande dimension ont édifié l'enceinte romaine, remaniée à plusieurs reprises, qui existe autour de la petite ville arabe de Mila.

A l'est de la ville arabe, au-dessus du cimetière, dans des marnes bariolées rouges et bleuâtres, à concrétions calcaires, j'ai recueilli des *Helix* à l'état de moules peu déterminables, mais présentant quelques analogies avec *Helix subsenilis* Cr. et *Helix Jobæana* Cr., citées ci-dessus. Il serait à désirer que des recherches pussent être poursuivies sur ces points qu'il ne m'a été possible d'examiner que d'une manière très rapide.

Au-delà du ravin à l'est (Oued Mekraoued) les argiles sont intercalées de grandes plaques de gypse fibreux ; à la partie supérieure de ces argiles j'ai récolté un petit *Bulime*, identique au *Bulimus Jobæ* Crosse, du Polygone de Constantine, avec des *Potamides*, qui se rapportent absolument au *Potamides gibberosus* (*Cerithium gibberosum*) Grat. (1) du Tongrien de Gaas, avec une variété assez voisine de la variété B, spirà acutà, de la même espèce.

Ces argiles à gypse se développent sur les contreforts au nord-est avec une épaisseur visible d'au moins 150 mètres; ils viennent passer sous les conglomérats rouges des collines du Marabout Sidi-Krénnennou.

Ces couches, fortement colorées, se développent en hémicycle, au nord de Mila, avec une inclinaison régulière et constante au N., le niveau d'affleurement s'abaisse par suite des ravinements produits par l'Oued Mila et ses affluents (Pl. XVI, fig. V et VI). La route qui descend vers le Roummel (Oued-el-Kébir), en suivant le ravin de l'Oued Mila, permet de reconnaître la nature de ces conglomérats, à éléments volumineux, parmi lesquels il est important de constater la présence de blocs provenant des calcaires travertins de l'assise sous-jacente, ce qui indique une lacune et érosion entre les deux dépôts.

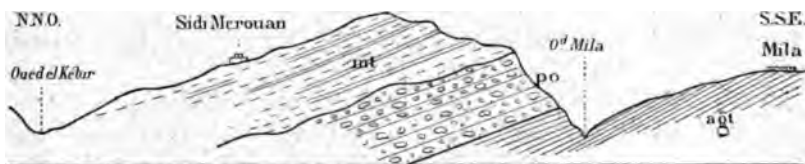
En s'écartant de la route vers le nord par le sentier de traverse de Sidi-Merouan, on observe la superposition que montre la fig. 5.

Les conglomérats rouges paraissent avoir été profondément ravinés, puisque leur épaisseur, de plus de 100 mètres, sur la rive droite de l'Oued-Mila, est réduite presque brusquement à 25 ou 30 mètres ; au-dessus se montrent des argiles à marnes grises, assez semblables à celles de l'assise inférieure, et qui s'intercalent à

(1) GRATELOUP. Conchyliologie fossile des terrains tertiaires de l'Adour.

plusieurs niveaux de calcaires travertineux, dont les fragments en dalles couvrent la surface. Ces calcaires sont presque toujours blancs et se différencient nettement par leur disposition et leur aspect des calcaires travertins de Mila. Je désigne cette assise sous le nom de *marnes et travertins de Sidi-Merouan*, la majeure partie du territoire de cette commune étant constituée par cette assise, dont

Fig. 5. — Coupe de Mila à l'Oued-el-Kébir par Sidi-Merouan.



agt. Argiles gypseuses et travertins.
po. Poudingues.

mt. Marnes et travertins supérieurs.

l'épaisseur atteint au moins 100 mètres. En suivant la limite de cette assise et des conglomérats, on peut remarquer que les couches sous-jacentes sont ravinées obliquement, et que leur épaisseur augmente de l'ouest à l'est, ce qui indique une discordance entre les deux formations.

Au pont de l'Oued-el-Kébir, en suivant la route de Grarem, on observe dans les berges du ravin une zone étroite de Sénonien, surmontée d'un lambeau suessonien (calcaires blancs à silex), qui se montre sur les premiers talus de la route (r. d.). Cet affleurement très restreint cesse à peu de distance vers l'est.

Les marnes à travertins supérieurs viennent s'appuyer ici directement sur le Sénonien, au-dessus du lambeau suessonien existe un îlot plus important, constitué par les argiles et grès de l'Eocène supérieur (étage medjanien) en couches inclinées au nord, se rattachant vers l'ouest à une zone développée au-dessus de l'Ouest-Endja. En suivant le chemin de traverse de Siliana, on coupe cette zone éocène, puissante de plus de 100 mètres, surmontée en discordance par une assise de marnes à travertins calcaires, qui se développe autour de Siliana (voir Pl. XVI, fig V). Ces marnes se rattachent à l'assise de Sidi-Merouan, et sont surmontées par 25 à 30 mètres de poudingues et grès grossiers rouges *ps*, inclinés au nord, qui viennent butter par faille contre les grès et argiles de l'étage medjanien.

Si nous suivons, à partir de l'Oued el Kébir, la route qui conduit au village de Grarem, nous verrons que les grès medjaniens sont

entourés à l'est par les marnes *mt*, qui viennent reposer directement sur le Sénonien. Cette assise marneuse développée autour de Grarem repose sur les conglomérats rouges *po*, du ravin du Roummel, et passe sous les poudingues et grès *ps*, qui forment autour du village une ceinture discontinue de collines rouges rejoignant à l'ouest les couches supérieures de Siliana (voir Pl. XVI, fig. VI).

Ces poudingues supérieurs, dans lesquels j'ai cherché en vain des fossiles, sont inclinés au nord, de telle manière que l'assise argileuse est en quelque sorte pincée en biseau, et que les poudingues *ps* viennent s'appliquer directement sur les conglomérats *po*. A partir de ce point, les conglomérats rouges forment une zone puissante adossée par faille au terrain medianien, plissé et ondulé sur le flanc d'une zone importante de l'Eocène moyen.

J'ai recueilli, à la surface du poudingue supérieur *ps*, un fragment roulé d'*Ostrea crassissima*, provenant des éléments de cette assise. La présence de cette Huitre suffit à indiquer que les conglomérats *ps* sont postérieurs à l'Helvétien. Ces poudingues se prolongent vers l'ouest sur la rive gauche de l'Oued Endja, à une hauteur notable au-dessus de la vallée; sans pouvoir rien préciser sur leur âge, j'estime qu'ils correspondent au moins à la période pliocène.

Au nord-ouest de Grarem, les marnes *mt* s'étendent sur les mamelons ravins des poudingues inférieurs *po*, principalement autour du hameau de Gravelotte.

A l'est, les poudingues rouges *po* se prolongent sur le flanc des îlots rocheux crétacés du Kheneg, et viennent rejoindre les conglomérats de Smendou; ils sont surmontés de nappes de marnes et argiles grises qui se relient nettement avec quelques interruptions aux argiles à lignites de Smendou.

§ III. — Résumé de la classification des dépôts lacustres.

L'étude détaillée que nous venons de présenter de la région de Mila et les relations de continuité poursuivies pas à pas dans toute l'étendue du bassin de Constantine, nous permettent de déduire les conclusions suivantes :

1° Les terrains d'eau douce du bassin de Constantine comprennent trois formations distinctes dont les relations sont indiquées en plusieurs points par des phénomènes de discordance et de ravinement qui témoignent d'oscillations et de changement complet de régime dans la sédimentation, avec quelques déplacements dans les

limites d'extension des dépôts successifs. Les lacunes qui séparent ces assises me paraissent justifier la division en étages.

A. — *Étage inférieur.* — *Formation lacustre et saumâtre.* — Argiles gypseuses de Hamma et de Bizot, avec travertins de l'Oued-Zid. — Argiles gypseuses du Polygone de Constantine à Hélices dentées. — Marnes argileuses, poudingues et travertins de Chabet-Saïd, près Smendou. — Argiles et travertins d'El-Mala. — Argiles gypseuses et travertins de Mila. — L'épaisseur de cette formation atteint au moins 200 mètres.

B. — *Étage moyen.* — *Formation continentale alluvionnaire.* — Conglomérats rouges avec grès friables et sables jaunâtres. — Poudingues du Coudiat-Aty et du Chettaba ; — Conglomérats et sables de Bizot et de Smendou ; — Poudingues d'El-Kantour. — Poudingues d'Aïn-Kerma, du Kheneg. — Conglomérats de l'Oued-Mila et de l'Oued-el-Kébir. — Puissance maxima : 150 mètres.

C. *Étage supérieur.* *Formation lacustre.* — Argiles et grès à lignites du Smendou. — Marnes de Grarem. — Marnes et travertins de Sidi-Merouan. — Cet étage, puissant de 100 mètres à Sidi-Merouan, atteint au moins 200 mètres dans la région du Smendou.

Observations sur cette série. — 1° La nature des assises A et C indique une période de sédimentation tranquille, séparée par une phase d'agitation locale, pendant laquelle des cours d'eau rapides ont accumulé sur toute la largeur du bassin des sédiments détritiques, dont le volume des éléments implique un régime torrentiel et des crues violentes.

2° L'assise inférieure A existe en continuité sur la moitié sud du bassin ; la présence des flots de Smendou paraît indiquer son extension jusqu'au pied de la chaîne numidienne, où ses couches offrent un caractère détritique local. La présence des gypses et du sel gemme, que nous rencontrons à l'ouest de Mila, témoigne d'un dépôt saumâtre, confirmé par l'existence des Pptamides. Il est intéressant de constater que les travertins se sont produits au pied des massifs calcaires crétacés, tels que le Sidi-M'cid (Oued Zid), le Chettaba (El Mala), le Djebel el Akhal (Mila), etc., ce qui paraît confirmer l'opinion que j'ai émise de l'existence de cette bordure crétacée au sud du bassin.

D'autre part, l'absence de ces dépôts sur le revers nord, et à l'ouest des flots crétacés du centre du bassin (El Kheneg), semble prouver que cette zone médiane était en partie émergée pendant la première période de sédimentation ; peut-être formait-elle la bordure septentrionale ? Il paraît probable, du reste, que le bassin était alors

limité par la zone crétacée et éocène du ravin de l'Oued-el-Kébir, en dessous de Grarem (Pl. XVI, fig. V et VI).

3° Les sédiments détritiques de l'assise B paraissent avoir occupé toute l'étendue du bassin, dont ils couvrent aujourd'hui la majeure partie; cela n'est pas douteux pour la bordure nord, où les poudingues sont transgressifs sur l'étage A. Du côté du sud, la présence du manteau qui borde les flancs du Chettaba et du Djebel-el-Akhal, ainsi que les témoins intermédiaires à la grande nappe centrale (Rouffach, El Mala, etc.), ne peuvent laisser de doutes sur l'extension primitive.

Ces dépôts sont de nature alluvionnaire; ils sont, en général, très caillouteux et à éléments volumineux sur les bords du bassin (Coudiat-Aly, El Kantour) et deviennent sableux dans une partie de la zone moyenne (Bizot et Smendou). Néanmoins le caractère torrentueux de ces dépôts domine dans la partie centrale et à l'est (Oued-Mila), par suite de la présence des flots crétacés émergés pendant la période précédente.

4° L'assise supérieure n'existe que dans la partie nord du bassin (Smendou, Grarem, Sidi-Merouan); elle recouvre en général les dépôts précédents ravinés dans l'intervalle, mais en quelques points, cette assise est transgressive sur les poudingues (au nord de Smendou, Sidi-Merouan, Siliiana), avec extension sur les zones crétacées et éocènes émergées pendant les périodes précédentes. La présence des travertins dans la partie ouest paraît indiquer le voisinage de la bordure crétacée, formant limite de ce côté. D'autre part, cette assise ne se poursuit pas du côté de l'ouest, dans le bassin de Redjas, où les étages inférieurs sont bien représentés. Ce fait semble indiquer un retrait dans les dimensions du bassin à cette dernière période. D'autre part, malgré l'absence de ces dépôts à la bordure sud, il est impossible d'en déduire une conclusion négative relativement à l'extension au pied du Chettaba.

Au point de vue orogénique, les assises sont disposées en un double pli synclinal, avec un anticlinal principal, dont l'axe correspond à l'îlot crétacé du Kheneg, et des plis secondaires moins importants, dans la zone du nord (Smendou). (Voir la planche XVI, fig. IV, V et VI).

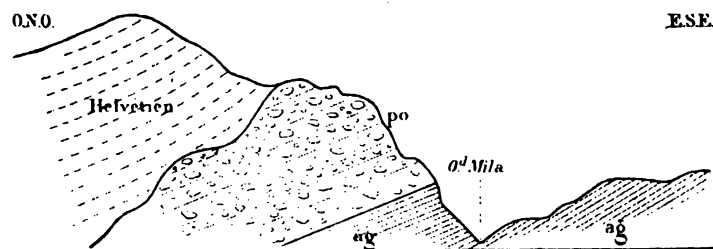
§ IV. — Relations de cette série avec l'étage helvétique

C'est autour de Mila qu'apparaissent les premiers lambeaux de la formation marine, caractérisée par les marnes argileuses grises et grès à *Ostrea crassissima* très abondante, qui a été signalée par

Fournel. Le facies de cette formation ne peut laisser aucun doute sur l'attribution à l'étage *helvétique*, pour tout géologue qui a pu étudier les terrains miocènes des provinces d'Alger et d'Oran. Ce terrain est développé à l'ouest, dans le bassin de Redjas, dans des conditions qui indiquent son extension sur toute cette partie du bassin lacustre, d'où il s'étend en continuité jusqu'au voisinage de Mila.

A 2 kilomètres au nord-ouest de cette ville, quittant la route, on traverse l'Oued Mila par un sentier muletier qui se dirige vers Boufoua, et, en s'élevant sur la colline, on observe la superposition suivante :

Fig. 6. — Coupe relevée à 2 kil. au N.O. de Mila.



1. Argiles gypseuses de Mila.
2. Conglomérats, grès grossiers et sables argileux, *po*.
3. Marnes argileuses à *Ostrea crassissima*, *h*.

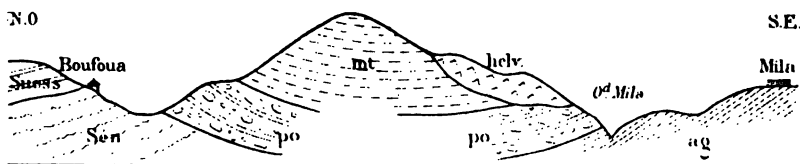
Les conglomérats *po* sont nettement ravinés par les argiles helvétiques, qui forment une série d'ondulations à surface dénudée.

En s'élevant sur ces collines vers le nord, on arrive au pied d'un mamelon culminant constitué par les marnes et travertins de Sidi-Merouan (étage C) sur le flanc desquels viennent s'appuyer les marnes helvétiques, renfermant sur ce point même *Ostrea crassissima*. En suivant la bordure de cette assise, on peut constater de la manière la plus nette que l'Helvétien repose en discordance sur les couches arasées de l'étage C. La démonstration de l'antériorité de toute cette série lacustre est absolument démontrée par cette observation, résumée dans la coupe 7 :

On peut observer en outre, auprès de Boufoua, que les poudingues *po* s'appuient directement sur le Sénonien marneux surmonté à l'ouest par les calcaires à silex du Suessonien. Ce fait indique une transgression des poudingues rouges analogue à celle qui a été signalée plus haut, au pont de l'Oued-el-Kébir.

Cette constatation importante permet de conclure que l'étage supérieur C (marnes et travertins de Sidi-Merouan) était déjà complètement raviné au moment du dépôt des marnes helvétiques. Ce point est d'autant plus intéressant que, d'une part, l'Helvétien ne se prolonge pas au-delà vers le N.-E., par suite des ravinements de l'Oued Mila, qui entaillent l'assise des poudingues, de l'autre, l'assise supérieure C cesse également à ce mamelon et ne s'étend pas au-delà vers l'ouest. Il n'en existe pas de traces sur le contrefort plus élevé qui domine au sud-ouest et que traverse la route de Mila à Zéraïa. Dans le prolongement de la zone helvétique qui s'étend en continuité au sud-ouest, ce terrain est en relation directe avec les poudingues rouges *po* qui constituent la majeure partie de ce contrefort.

Fig. 7. — Coupe de Mila à Boufoua.



Mêmes notations que pour les figures précédentes.

Cette situation relative de l'Helvétien avec l'extrémité visible de l'étage du Smendou constitue un fait assez singulier, qui m'a d'abord fait envisager la possibilité d'admettre un passage latéral de l'assise marine à Ostrea à l'assise lacustre. Mais, outre qu'il est difficile d'admettre un passage aussi brusque entre deux formations aussi distinctes sans l'interposition de couches de passage de nature différente, j'ai étudié avec soin ce point remarquable pour affirmer la superposition indiquée ci-dessus, qui ne laisse place à aucune hypothèse.

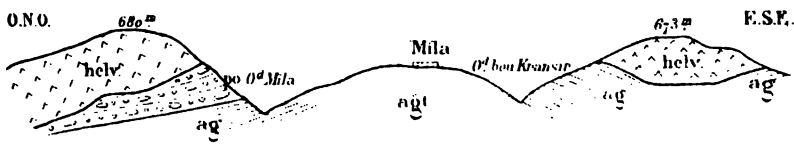
Il est également intéressant de remarquer que les argiles helvétiques s'appuient directement, sans aucune interposition de couches détritiques, sur les formations variées des étages B et C. C'est là un fait d'une généralité absolue pour cette région et qui concorde du reste avec toutes les observations analogues constatées dans les relations des marnes helvétiques avec les terrains sous-jacents, en Kabylie, dans la région de Médéa, etc.

A l'est de Mila, au 4^e kilomètre sur la route de Constantine, on rencontre, au-dessus des argiles gypseuses à travertins, une assise de marnes grises faciles à distinguer à la forme plus ondulée du

mamelon qu'elles constituent (673 de la carte au 50.000^e) et que contourne la route. Ces marnes, intercalées de plaquettes d'un grès friable, diffèrent de toutes les roches de la région, renferment en abondance l'*Ostrea crassissima*, en dessous de la route. Ce lambeau, d'une étendue de 2 kilomètres environ du nord au sud, est traversé par la route sur 1 kilomètre. Il se trouve sensiblement au même niveau que la zone helvétienne signalée ci-dessus à l'ouest de Mila. La superposition est directe, sur les argiles inférieures, sans intercalations d'aucune couche détritique; c'est ce qui explique comment il a été possible de considérer les couches sous-jacentes comme appartenant au même étage helvétien. Les argiles à gypse reparaissent en dessous sur les pentes inférieures, et c'est à peu de distance de la limite que j'ai recueilli dans ces dernières les Potamides cités plus haut.

Les relations de ces deux lambeaux helvétiques avec les terrains sous-jacents sont indiquées par la coupe suivante :

Fig. 8. — Coupe schématique de la disposition de l'Helvétien à Mila.



Mêmes notations.

La fig. VI de la planche XVI permet de juger de la situation de ce lambeau par rapport à l'assise des conglomérats rouges, qui a été ici entièrement enlevée avant l'invasion de la mer helvétienne. Les actions d'érosion ont été plus intenses ici qu'à l'ouest, et ces ravissements puissants tendent à faire admettre une lacune considérable entre le dernier dépôt lacustre C et l'Helvétien.

L'îlot extrême que j'ai observé se trouve à deux kilomètres à l'est, proche du village d'Azeba. Au reste la présence, à l'état roulé, dans les poudingues de Siliana, de l'*Ostrea crassissima* signalée ci-dessus, conduit à admettre que l'Helvétien s'est étendu vers le nord de Mila, dans des limites qu'il est absolument impossible de reconstituer.

La lacune importante, qui sépare les derniers dépôts lacustres (couches de Sidi-Merouan) de l'envahissement de la mer helvétienne, est comparable à celle qui établit une barrière si tranchée entre le Cartennien et l'Helvétien dans le Tell d'Alger et d'Oran. A

la suite de cette constatation en mars 1891, j'avais été amené à supposer que les argiles du Snendou étaient au moins de l'époque cartennienne (Miocène inférieur). Je montrerai plus loin que cette hypothèse a été justifiée par les études comparatives qui m'ont permis d'établir avec plus de précision la classification de cette série lacustre.

§ V. — Extension dans le bassin de l'Ouest

A l'ouest de Mila, ainsi que je l'ai indiqué, le terrain sénonien surmonté d'importants flots de Suessonien, forme une chaîne basse, au sud de la vallée de l'Oued Endja, et cette ligne prolongée par le Djebel Bou-Cherf, constitue la bordure nord du bassin de Redjas.

Dans cette dépression, plus accusée que celle de Constantine, les dépôts lacustres occupent la plus grande surface, et l'Helvétien est réduit à des zones étroites conservées dans des plis synclinaux et à la faveur de failles dans la partie médiane du bassin (Pl. XVI, fig. VII).

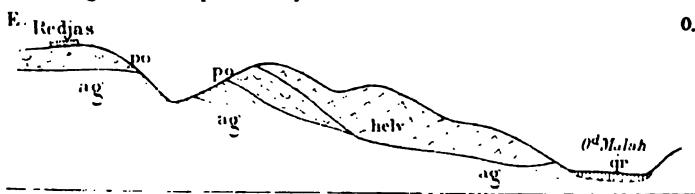
Le terrain helvétien y est constitué uniformément par des marnes argileuses avec quelques bancs de grès grisâtres, et l'*Ostrea crassissima* s'y rencontre d'une manière assez constante pour permettre l'attribution précise à cet étage. C'est ainsi que la zone marine s'étend autour de Zéraïa (*O. crassissima* abondante), s'adosse au nord au Sénonien, à la surface duquel gisent les grandes Hultres, et se développe sur les pentes des côteaux de Redjas, ainsi que sur le flanc des ondulations qui descendent de Rouached à l'Oued Malah (pl. XVI, fig. VII). Partout, les marnes helvétiques reposent directement sur les terrains sous-jacents, soit sur le Crétacé, soit sur l'une quelconque des deux formations lacustres des étages A et B. On peut constater seulement, sur quelques points, la présence, dans ces marnes helvétiques, de blocs provenant des diverses formations calcaires : rognons jaunes du Sénonien, calcaires à silex du Suessonien. En ce qui concerne l'étage A des argiles à gypses, la superposition directe des marnes helvétiques peut donner lieu, comme à Mila, à des ambiguïtés et des interprétations inexactes au sujet de l'attribution des assises argileuses à l'Helvétien. L'étude de cette région et la séparation des diverses assises nécessite une attention toute particulière, et exige une connaissance complète de chacune de ces formations.

L'étage inférieur est de beaucoup le plus développé en surface, principalement au sud de l'Oued Malah, chez les Ouled Kebbab. Sur ce territoire, les argiles gypseuses renferment des couches de

sel gemme, dont l'extraction, d'un mode très primitif, est depuis longtemps une des ressources industrielles de la tribu. L'attribution de ces couches salifères à l'étage inférieur A est justifiée par la superposition des couches rouges de l'étage B (voir Pl. XVI, fig. VIII).

L'étage des conglomérats et argiles rouges est réduit à des bandes étroites, conservées sur le bord des failles qui accidentent cette région, sur le versant sud de l'Oued Malah et au sud de Tiber-guent. Ces deux étages A et B représentent seuls, comme je l'ai dit plus haut, les dépôts continentaux de ce bassin, et l'on peut constater que les couches rouges de l'étage B étaient presque entièrement démantelées, au début de l'invasion de la mer helvétique, ainsi que l'indique la superposition directe des marnes à *Ostrea crassissima* aux argiles gypseuses.

Fig. 9. — Coupe de Redjas à l'Oued Malah suivant la route.



Mêmes notations.

Les couches de gypses intercalées aux argiles sont plus répandues et plus puissantes dans cette partie occidentale que dans le bassin de Constantine, et la présence de ces gypses est en quelque sorte un criterium pour la détermination de l'assise inférieure. Il semblerait d'après cela, que cette partie était occupée par des lagunes saumâtres, ce que confirme la présence des Potamides à Rouached.

Lignites. — Un intérêt de premier ordre s'attache à l'étude de cette région depuis la découverte récente de combustibles au voisinage de Rouached et dans la zone des collines de l'Oued-Malah. Les premiers fragments recueillis ont été rencontrés dans les argiles de l'Helvétien, à l'état erratique avec des blocs de calcaires sénoniens. Quelques travaux de sondage, arrêtés malheureusement à une trop faible profondeur, ont permis cependant de reconnaître la présence de couches de lignites en place dans les argiles à gypse de l'étage inférieur, sous une couverture de terrain helvétique.

J'ai eu, à ce sujet, l'occasion d'examiner cette région et de constater que les puits creusés traversaient une faible épaisseur de marnes helvétiques à Huitres, avant de pénétrer dans la masse

d'argiles brunes à cristaux de gypse, qui renferme de petits lits charbonneux avec de nombreuses empreintes végétales, des tiges et des débris de feuilles. J'ai pu recueillir de ces couches une *Neritina* sp.? et des Potamides qui ont été retirés en assez grande quantité près de Rouached. Ces coquilles sont identiques à celles que j'ai signalées dans les argiles à gypse de Mila, et se rapportent exactement au *Potamides* (*Cerithium*) *gibberosus* Grat., avec les deux variétés, *Spira obtusa* et *Spira acuta* figurées, du Tongrien de Gaas.

La bande de ces argiles qui se trouve sous le village de Rouached est comprise entre deux failles de Sénonien, et enfaillée elle-même sous une faible couverture de marnes helvétiques (Pl. XVI, fig. VII). Mais c'est principalement dans les pentes inférieures, sur la rive gauche de l'Oued-Malah et surtout sur le versant opposé que ce terrain prend son développement.

La présence assez commune de fragments de lignites remaniés dans les marnes helvétiques, paraît indiquer que les affleurements étaient partiellement à découvert lors de l'arrivée des eaux marines, et l'on est autorisé à admettre que la quantité de ces débris de charbon était assez considérable, pour avoir été conservés ainsi en si grand nombre. Au reste, les ravins de la rive droite nous ont montré des fragments roulés conservant encore un certain volume.

Il nous paraît probable que des travaux de sondage, poussés à une certaine profondeur, rencontreront ces couches de lignites, dont les affleurements sont masqués par les glissements superficiels de ce terrain argileux. Il y aurait là une œuvre utile à tenter, dont le succès permettrait l'exploitation de combustibles sur une assez vaste étendue.

Je tiens à insister sur ce fait, que les argiles qui renferment ces combustibles sont d'âge plus ancien que les lignites du Smendou, dont ils sont séparés par la puissante assise des conglomérats à sables rouges. Ces argiles à gypse, comme je vais le démontrer, appartiennent à la partie inférieure de l'Oligocène, probablement à l'étage tongrien. Les lignites intercalés seraient de l'âge des lignites inférieurs du bassin de Manosque, et des importants gisements de la Saxe, de la Silésie, etc.

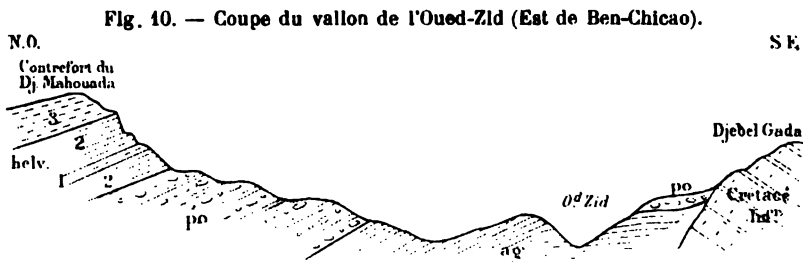
L'étude qui précède nous a montré que les trois étages dans lesquels se placent les dépôts du bassin de Constantine sont antérieurs à l'époque helvétique. Pour en préciser la classification, j'établirai maintenant la comparaison avec une série analogue qui, dans la région de Berrouaghia, se montre en rapport avec l'étage cartennien.

§ VI. — Comparaison avec la région de Berrouaghia.

A une distance de plus de 400 kilomètres à l'ouest de Constantine, la région de Berrouaghia, au sud-est de Médéa, renferme des terrains de la plus grande analogie avec la série lacustre étudiée ci-dessus. Je me contenterai de signaler rapidement les points intéressants, réservant de plus longs détails pour une note spéciale.

Dans le vallon de l'Oued Zid, à 8 ou 10 kilomètres au N.-E. de Berrouaghia, M. Pierredon avait signalé, en 1887, dans les études qu'il faisait pour la carte géologique, une zone restreinte d'argiles à gypse, renfermant une faunule d'*Helix* et de *Bulimes*, reconnus par M. Pomel comme présentant la plus grande analogie avec les fossiles du Polygone de Constantine (1). Ces couches étaient indiquées comme reposant à la fois sur le Crétacé au sud et sur l'Helvétien au nord, d'où leur assimilation au Sahélien. Or, ce vallon se trouve au voisinage de terrains caillouteux rouges, dont j'ai indiqué l'âge anté-helvétien (2). Il devenait dès lors intéressant, à la suite des résultats acquis sur Constantine, de vérifier si les conditions stratigraphiques de ces deux gisements pouvaient être parallélisées. C'est ce que j'ai eu la satisfaction de constater au mois d'avril 1894.

La disposition de ce petit bassin est indiquée par la coupe suivante :



Echelle $\frac{1}{50.000}$; hauteurs triplées.

ag. Argiles gypseuses à *Helix*.

po. Conglomérats et sables rouges.

Helvétien { 1-3. Grès à *O. crassissima*.
2. Argiles marneuses.

La superposition est absolument nette sur tout le flanc de l'arête helvétique, et les argiles à *Helix subsemitis*, *Bulimus Jobæ*, de

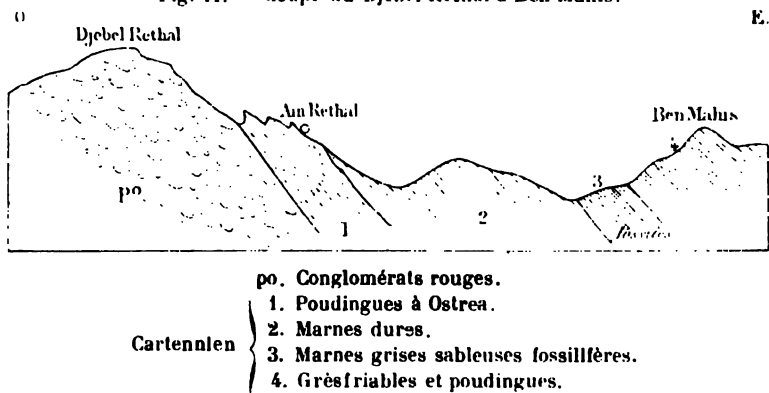
(1) POMEL. Description stratig. générale de l'Algérie, 1889.

(2) FICHEUR. Les attérissements miocènes de Bordj-Boutra et leur extension (B. S. G. F., 1890).

l'Oued Zid, occupent par rapport aux poudingues rouges et à l'Helvétien une situation identique à celle que j'ai décrite dans la région de Mila; l'analogie absolue de facies et la présence des fossiles du Polygone ne peuvent laisser aucun doute sur l'assimilation complète. La discordance entre les poudingues rouges et l'Helvétien qui n'est pas apparente dans cette coupe, existe sur les points voisins.

Mais la solution plus précise de cette question restait à chercher au sud de Berrouaghia, sur le flanc du Djebel-Rethal, où le Cartennien était connu par la belle série de fossiles recueillie par M. Pierredon, en 1887. J'ai indiqué dans la note citée ci-dessus (1890) que les poudingues cartenniens du flanc du Djebel-Rethal étaient en superposition manifeste sur les conglomérats rouges qui constituent cette montagne, ainsi que l'indique la coupe suivante :

Fig. 11. — Coupe du Djebel-Rethal à Ben-Mahis.



J'ai repris l'étude de cette région, en avril 1894, et j'ai constaté la superposition du Cartennien aux poudingues rouges sur toute la bordure du chaînon depuis le Djebel-Rethal au-delà du Djebel-Guentra. Or, cette puissante assise de conglomérats rouges se poursuit par la vallée de l'Oued-Melhan, à l'est dans la plaine des Beni-Slimane, où elle vient rejoindre la zone des poudingues du Djebel-Mahouada, c'est-à-dire les couches de la coupe de l'Oued-Zid.

Il en résulte que les conglomérats du Djebel-Rethal appartiennent à la même série que ceux de la région de Médéa, c'est-à-dire à l'étage des atterrissements de Bouïra et du Djurjura (*mp* de la carte géologique au 800,000^e). Ces conglomérats sont discordants sous le Cartennien, et appartiennent par conséquent à la série oligocène, dont ils représentent l'étage supérieur (Aquitarien).

§ VII. — Conclusions

La région de Berrouaghia nous donne ainsi la solution de cette importante question de la classification des assises lacustres du bassin de Constantine.

1° Les argiles à gypse de l'Oued Zid (Berrouaghia) renfermant les fossiles du Polygone de Constantine se placent sur l'horizon des argiles gypseuses du Hamma, de Mila, de Rouached, etc.

2° Les atterrissements rouges, poudingues, grès sableux et argiles rouges se sont déposés simultanément dans la région de Médéa, et dans le bassin de Constantine.

3° Il en résulte que les *argiles à lignites du Smendou* viennent se placer sur l'horizon de l'étage *cartennien* (Miocène inférieur). Ces couches sont donc plus anciennes qu'on ne l'avait supposé.

Les deux étages intérieurs discordants sous le Cartennien appartiennent incontestablement au système oligocène, composé de la manière suivante :

A. *Etage supérieur (Aquitaien)*. — Conglomérats de Bizot et du Smendou ; Poudingues du Coudiat-Aty, d'Aïn-Kerma, de Mila, etc.

B. *Etage inférieur (Tongrien ?)*. — Argiles gypseuses à Hélices dentées du Polygone de Constantine ; argiles du Hamma, de Rouffach ; travertins d'El Mala ; argiles et travertins de Mila à *Potamides gibberosus* ; Argiles à lignites de Rouached ; sel gemme des Ouled-Kebbab.

Il est important de remarquer que ces assises oligocènes se sont déposées après le démantèlement et l'ablation partielle des grès de Numidie.

Le tableau suivant (p. 573) résume cette classification des assises du bassin de Constantine.

Il me paraît probable que l'origine du bassin lacustre de Constantine est la conséquence des plissements importants, qui ont suivi le dépôt des grès de Numidie, la fin de la période éocène. Toute la région littorale est émergée ; des lagunes se forment au sud de la chaîne numidienne. La première période est marquée par des dépôts saumâtres : argiles gypseuses à Potamides, dépôts de sel gemme. A la suite d'un mouvement secondaire s'établit un régime continental ; des alluvions puissantes comblent les dépressions existantes. Une nouvelle phase d'affaissement donne naissance à un lac, dans lequel se déposent les argiles et lignites du Smendou, plus res-

Tableau comparatif des formations du bassin de Constantine et de celles de la région de Berrouaghia et de la Kabylie

	BASSIN DE CONSTANTINE	RÉGION DE BERROUAGHIA	KABYLIE ET CHAÎNE DES BABORS
Pliocène.....	I. <i>Poudingues</i> et grès de Sillana ; <i>Calcaires-travertins</i> d'Ain-el-Bey.	—	—
Miocène.....	II. <i>Marnes argileuses</i> à <i>Ostræa crassissima</i> de Mila, de Rouached, des Ouled-Kebhab. Discordance.	II. <i>Marnes</i> et grès à <i>O. crassissima</i> de Ben-Chicao, de Médéa. Discordance et transgressivité.	Ibis, Sahélien. — <i>Marnes bleues</i> à Pleurotomes (Kabylie, Golfe de Bougie, Djidjelli). Discordance.
	III. <i>Argiles lacustres</i> à <i>lignites</i> du Smendou ; <i>Marnes</i> et <i>calcaires</i> de Sidi-Merouan. Discordance par érosion.	III. <i>Poudingues</i> à <i>Ostracées</i> du Djebel Rethal ; <i>Marnes</i> et grès à fossilifères de Ben Mahis. Discordance.	II. Helvétien. — <i>Marnes</i> et grès à <i>O. crassissima</i> (Kabylie, vallée de la Soummam). Discordance.
	IV. <i>Poudingues rouges</i> d'Ain-Kerma, de Mila, du Coudiat-Aty. <i>Poudingues</i> d'El-Kantour. — <i>Conglomérats</i> et <i>sables</i> de Bizot et du Smendou. Discordance sur la bordure nord.	IV. <i>Atterrissements rouges</i> du Djebel Rethal, du Dj. Guentra, de l'Oued-el-Malah, des Bent-Siltman. Discordance par érosion.	III. Cartennien. — <i>Poudingues</i> et grès à <i>Clypéastrea marnesdures</i> à Foraminifères (Kabylie, vallée de la Soummam).
Oligocène.....	V. <i>Argiles</i> et <i>travertins</i> de Mila à Potamides ; <i>Argiles</i> à <i>lignites</i> de Rouached ; <i>Sel gemme</i> des Ouled-Kebhab ; <i>Marnes</i> et <i>travertins</i> intérieurs du Smendou ; <i>Argiles</i> gypseuses du Hamna ; <i>Argiles</i> à <i>Hélices dentées</i> du Polygone de Constantine. Discordance.	V. <i>Argiles gypseuses</i> de l'Oued Zid à hélices dentées. Discordance.	IV. <i>Atterrissements rouges</i> du pied du Djurjura (Bouira, Tazmalt, Akbou, vallée de l'Oued-Sabel). Indépendance complète.
	VI. Eocène supérieur : Grès de Numidie.	VI. Crétacé Intérieur.	V. <i>Poudingues</i> et grès de Dellys à Foraminifères (<i>Operculina</i> , <i>Rotalia</i> , <i>Cornuspira</i> , etc.) — <i>Poudingues</i> , grès et <i>argiles rouges</i> à Turritelles des parties élevées de la chaîne des Babors, du flanc du Tamesguldâ, etc.) Discordance.
			VI. Eocène supérieur : Grès de Numidie.

treint que le bassin précédent. L'émersion de la région est suivie de ravinements intenses, et en dernier lieu la mer helvétique, arrivant du sud-ouest, envahit toute la partie occidentale du bassin, dans des limites qu'il est difficile de reconstituer, et couvre les terrains précédents d'une assise argileuse à *Ostrea crassissima*. Le retrait de la mer est suivi de l'émersion générale du pays.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'EXTENSION DES DÉPÔTS DE LA PÉRIODE OLIGOCÈNE.

Dans toute la région qui s'étend au sud-est de Constantine, où des formations lacustres ont été indiquées par Tissot, il y aura lieu d'étudier maintenant la part qui revient aux étages oligocènes. J'ai pu constater rapidement que les collines argileuses qui s'étendent autour d'Aïn-Regada et de l'Oued-Zenati sont constituées par les dépôts des étages oligocènes A et B : les poudingues rouges aquitaniens s'étendent dans la région de Guelma, et la présence des dépôts marins d'âge miocène dans le massif des Sellaoua permettra certainement de constater des relations stratigraphiques identiques à celles qui existent dans la région de Berrouaghia.

La région qui s'étend au sud de Souk-Ahras présente également la superposition de conglomérats rouges puissants à des argiles grises. D'autre part, dans le prolongement vers l'est, en Tunisie, dans la vallée de la Medjerda, les conglomérats rouges développés autour de Ghardimaou et vers Souk-el-Arba sont très probablement d'âge aquitaniens.

Plus au sud, les poudingues d'El-Kantara qui occupent des zones plus ou moins étendues dans les grandes vallées de l'Aurès sont antérieurs au Cartennien ; ils me paraissent devoir se placer également dans cette formation aquitanienne ; Tissot les considérerait comme l'équivalent des grès de Numidie. Les poudingues fortement redressés au flanc sud de l'Atlas Saharien (poudingues de Brézina) et dans plusieurs parties du Djebel-Amour, devront probablement se rapporter à cette période (*mt* de la Carte Géologique de l'Algérie, 1889.)

La série oligocène est ainsi représentée dans les monts du Tell, par des formations saumâtres et d'eau douce ; c'est ce qui explique la faible extension des dépôts marins de cette période, cantonnés dans la région littorale, en Kabylie, et dont j'ai indiqué la situation stratigraphique (grès de Dellys) (1). Je considère également comme

(1) FICHEUR. Description géologique de la Kabylie du Djurjura, 1890.

oligocènes les lambeaux marins, échelonnés à de très grandes distances les uns des autres, et réduits à des témoins très restreints, dans les parties élevées de la chaîne de Babors, et sur le flanc nord du Tamesguida (à l'altitude de 1400 mètres). Ces lambeaux signalés par M. Brossard ont été de ma part l'objet d'un examen particulier, qui ne m'a pas permis de recueillir des fossiles suffisamment déterminables pour en préciser l'âge. La situation de ces îlots dans les crêtes de la chaîne des Babors me paraît démontrer qu'ils ont participé aux grands plissements qui ont produit cette ligne orographique de premier ordre.

Il en est de même pour les grès de Dellys relevés dans les crêtes de la chaîne littorale de la Kabylie. Or, les dépôts aquitaniens de la vallée de l'Oued Sahel occupent la dépression au pied de cette chaîne, et me paraissent, par suite, devoir être considérés comme plus récents. C'est d'après ces considérations que je suis porté, sans pouvoir l'établir d'une manière précise, faute de fossiles, à attribuer les grès de Dellys à l'étage tongrien.

Il est à remarquer que l'extension de ces dépôts d'origine continentale durant la période oligocène, concorde avec les conditions qui caractérisent cette période dans le bassin du Rhône, et dans la majeure partie des régions méditerranéennes.

NOTE SUR L'ALLURE DES COUCHES PALÉOZOÏQUES
DANS LE VOISINAGE DES PLIS TERTIAIRES
DE SAINT-CHINIAN,

par **J. BERGERON** (1).

Dans sa communication sur les plis tertiaires de la région de St-Chinian (2), M. Depéret a signalé l'existence de plis couchés contre le massif ancien de la Montagne Noire. Or, l'allure des couches paléozoïques dans le voisinage immédiat de ces accidents étant très différente de ce qu'elle est dans le reste du massif, il m'a paru intéressant d'examiner avec soin cette disposition spéciale. Mais auparavant, il est nécessaire, pour me faire mieux comprendre, de rappeler l'allure générale des assises paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne Noire et d'insister sur la constitution du terrain cambrien.

J'ai signalé depuis longtemps la disposition du Cambrien, du Silurien, du Dévonien et du Carbonifère en plis isoclinaux (3). Tous ces plis sont sensiblement parallèles, mais leur plongement est assez variable ; généralement, ils plongent vers le sud, mais parfois ils se redressent jusqu'à la verticale, et rarement ils plongent vers le nord. En quelques points, il y a eu des chevauchements comme du côté de Caunes, du signal de Naudet, du mont Peyroux, de Cabrières, etc. Mais ce n'est que dans la région comprise entre Camprafaud vers l'est et St-Martial vers l'ouest, région qui correspond à peu près à celle où M. Depéret a reconnu les plis couchés, que les dépôts paléozoïques présentent la disposition dite en éventail (Fig. 2, p. 582). Cette coïncidence m'a frappé et m'a porté à penser qu'il pouvait bien y avoir quelque relation entre les efforts qui ont modifié localement l'allure des plis paléozoïques et ceux qui ont produit les plis tertiaires.

Tous les plis isoclinaux du versant méridional de la Montagne

(1) Note présentée à la séance du 19 Novembre 1894 ; manuscrit remis le 12 Janvier 1895. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 10 février 1895.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XXII, et *C. R. som.*, p. clvi.

(3) Contributions à l'étude géologique du Rouergue et de la Montagne Noire. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., T. XX, p. 258.

Noire sont composés alternativement de schistes et grès et de calcaires ; le plus grand nombre doit en être rapporté au Cambrien. Dans ces derniers temps, on a voulu introduire quelques changements dans l'ordre de succession que j'ai précédemment signalé dans les assises cambriennes ; je crois donc nécessaire d'y revenir.

Sur la série gneissique qui constitue l'axe de la chaîne, reposent en concordance de stratification des micaschistes dont l'épaisseur est relativement faible. Puis, viennent des schistes à sérécite. De même qu'il y a passage des gneiss aux micaschistes, il y a également passage des micaschistes aux schistes à sérécite. Ceux-ci sont de moins en moins cristallins à mesure qu'ils sont plus éloignés de l'axe gneissique et passent à de vrais phyllades ; ils sont très épais et l'on peut parfois y reconnaître des plis. Peut-être, appartiennent-ils déjà en partie au Cambrien et étaient-ils primitivement en stratification discordante et transgressive sur des terrains plus anciens, notamment sur les micaschistes qu'ils cacheraient en partie et dont la faible épaisseur pourrait s'expliquer ainsi. Toutes les assises étant redressées jusqu'à la verticale dans cette région, il est difficile de se rendre compte s'il y a eu des discordances avant le mouvement qui a donné lieu aux plis tels que nous les voyons, car les couches ont pu et même ont dû glisser les unes sur les autres.

Immédiatement aux schistes à sérécite et aux phyllades, font suite des calcaires, qui constituent actuellement le niveau le plus intéressant du Cambrien. Ils ont une épaisseur très grande que je n'ai pu évaluer, même approximativement, parce qu'il n'y a aucun point où affleure toute la série et que les différents termes que laissent voir les coupes partielles, sont toujours plus ou moins étirés, laminés, ou affectés d'accidents qui ne permettent pas de mesurer exactement leur épaisseur.

La succession des horizons dans la série calcaire est la suivante : à la base, ce sont des dolomies de couleur généralement bleu-foncé, mais pouvant devenir bleu-clair, rouges ou même blanches par altération. C'est le niveau de beaucoup le plus puissant. On y rencontre des bandes de schistes dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à un mètre environ. Puis, viennent des calcaires gris-noir se débitant en dalles de quelques centimètres, de dix au plus. Dessus reposent des calcaires gris-clair, veinés parfois de blanc, que recouvrent des calcaires blancs qui passent à des calcschistes avec fossiles cambriens. Ce sont les mêmes *Conocoryphe*, les mêmes *Paradoxides* que dans les schistes qui les surmontent immédiatement et qui sont connus depuis 1888.

L'âge cambrien de toute cette série calcaire a été établi d'une façon certaine (1). J'en ai eu encore une confirmation par la découverte que j'ai faite cette année, dans les calcaires gris-clair de la bande de Cartouyre et de Marso, de débris d'*Archæocyathus*. Ces organismes, dont la place dans la série zoologique n'est pas encore bien fixée, sont cependant caractéristiques du Cambrien d'Amérique et de Sardaigne. Les exemplaires que j'ai étudiés sont très voisins, sinon identiques, de ceux figurés par M. J.-G. Bornemann (2) sous les noms d'*Archæocyathus* et de *Coscinocyathus*.

Les calcaires gris-noir sous-jacents présentent un intérêt tout spécial. Ils sont en effet fossilifères, mais les seuls fossiles reconnus jusqu'à présent sont des débris de tiges d'Encrines, parfois en grande abondance. Or, les tiges d'Encrines formant lumachelles, n'avaient été trouvées jusqu'ici, qu'à partir du Dévonien. Aussi l'âge cambrien de ces calcaires laisse-t-il encore quelque doute. Cependant, la présence d'Encrines dans le Cambrien de Bretagne, signalée par MM. Barrois (3) et Lebesconte, rend bien vraisemblable l'attribution d'âge que j'en ai faite.

Ces calcaires gris-noir ne sont pas également fossilifères. Parmi les bandes calcaires, les plus rapprochées de l'axe sont les plus riches en Encrines; aussi, dans leur travail sur l'arrondissement de Saint-Pons (4), MM. de Rouville, Delage et Miquel les ont-ils rangées, ainsi que les schistes qui les accompagnent, dans le Dévonien, tandis que les autres bandes calcaires dans lesquelles les Encrines sont beaucoup plus rares (elles n'y avaient même pas été

(1) MIQUEL. — Note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault, de S'-Chinian à Coulouma, 1893.

DE ROUVILLE, DELAGE et MIQUEL. — Les terrains primaires de l'arrondissement de S-Pons. *Mém. Ac. sc. et let. de Montpellier*. Section des Sciences. 2^e Sér., T. II, 1894.

J. BERGERON. — Remarques à propos du travail de M. Miquel. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., T. XXI. *C. R. som.*, p. cviii. — Réponse à MM. de Rouville, Delage et Miquel. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., T. XXII. *C. R. som.*, séance du 19 février 1894.

(2) J.-G. BORNEMANN. — Die Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien nebst vergleichenden Untersuchungen über analoge Vorkommnisse aus andern Ländern in *Nova Acta der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher*. Bd. LI, No I. Halle, 1886.

(3) Ce n'est qu'après ma communication à la Société géologique (Séance du 19 novembre 1894) que j'ai su de M. Barrois qu'il rangeait avec certitude dans le Cambrien les calcaires à Encrines de l'étage des quartzophyllades de Morlaix; jusque-là il y avait eu doute et c'est pourquoi je n'en avais pas parlé. Nos deux observations en se confirmant l'une l'autre parlent bien en faveur de l'âge cambrien des Encrines.

(4) Loc. cit., p. 40.

signalées jusqu'à ce jour) ont été classées à leur vraie place dans le Cambrien. Une même bande sans *Encrines* ou riche en *Encrines*, suivant les points considérés, peut être sur leur carte tantôt cambrienne, tantôt dévonienne : c'est le cas pour celle qui passe par Bardou, Combeliobert, Cavenac, Begot, Mezouilhac, la Fumade, Malviès, Fenouilhède (1). A la lecture de la carte, la chose semble possible, car on y voit des schistes du Cambrien supérieur, affleurer entre les calcaires cambriens et les points où sont indiqués les gisements dévoniens ; mais il n'en est pas réellement ainsi et les calcaires forment une bande continue dont les affleurements sont visibles sur des espaces plus ou moins grands. La présence ou l'absence d'*Encrines* peut tenir uniquement aux érosions qui ont attaqué ou respecté les couches supérieures au niveau fossilifère.

En plusieurs localités, les calcaires riches en *Encrines* se voient sous les schistes à *Paradoxides*. C'est le cas au-dessus de Bardou, au col qui est situé au sud du signal de St-Bauzile ; là, les couches ont été plissées et froissées de telle sorte que la coupe est loin d'être belle, mais cependant on y reconnaît la succession telle que je l'ai signalée plus haut. Il en est encore ainsi pour plusieurs points de cette même bande.

On a invoqué à l'appui de l'opinion que les calcaires à *Encrines* sont dévoniens, ce fait qu'ils se prolongent vers l'est de manière à former le massif du Caragnas qui est considéré comme dévonien, parce que les schistes qui l'entourent dans les environs immédiats de Cabrières, ont fourni des traces de *Pleurodyctium*. Mais ces schistes sont supérieurs et non inférieurs au calcaire du Caragnas, qui, par suite, est plus ancien que les schistes, ce qui n'implique en aucune façon son âge dévonien. De plus, dans un ravin qui se trouve à la sortie de Cabrières, en allant vers le N., on voit très nettement les schistes à *Pleurodyctium* reposer directement sur les schistes ordoviciens, sans interposition d'aucun calcaire. D'ailleurs, au nord comme au sud du massif du Caragnas, le calcaire disparaît en plongeant sous l'Ordovicien. C'est là un fait que j'ai reconnu cette année comme très fréquent, et la plupart des massifs dolo-mitiques de la région de Cabrières considérés jusqu'ici comme dévoniens sont entourés et même recouverts en partie par les schistes ordoviciens, de manière à présenter l'allure de plis anticlinaux sur-

(1) Bien que cette carte, par le seul fait qu'elle distingue un plus grand nombre d'horizons géologiques, soit en réel progrès sur les cartes antérieures, cependant elle renferme de très grandes inexactitudes, notamment dans sa partie septentrionale, au N. d'une ligne passant par Ferrals et Vieussan.

gissant au milieu de couches plus récentes. Il y a même à l'est de la colline de Bataille un point où l'on peut voir un lambeau de schistes ordoviciens entre les dolomies et le calcaire à Polypiers siliceux (Zone à *Spirifer cultrijugatus*). La position de ces dolomies me porterait donc à les considérer, pour la plupart, sinon toutes, comme cambriennes; elles correspondraient à l'horizon inférieur de la série que j'ai donnée plus haut.

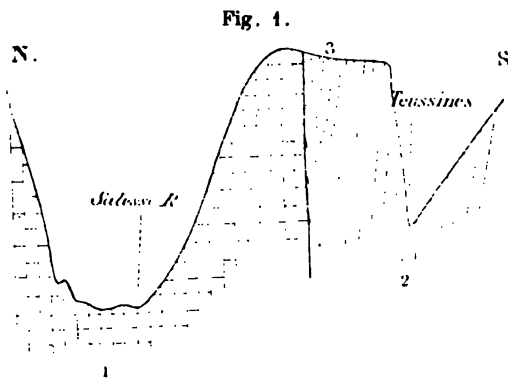
Un autre argument en faveur de l'âge dévonien des calcaires à Encrines est tiré de ce fait qu'en quelques points, notamment à la métairie de Teussines, au S.-E. de Courniou, des calcaires noirs franchement dévoniens, renfermant des *Phacops* et des brachiopodes, reposent en concordance de stratification sur les calcaires en question; je n'ai pas eu d'exemplaires de *Phacops* entre les mains, j'ignore donc à quelle espèce ils peuvent être rapportés; mais j'ai examiné les brachiopodes qui, bien que mal conservés, appartiennent à des groupes dévoniens, et je serais porté à penser que ces calcaires représentent la zone à *Phacops Potieri*. Ce lambeau dévonien de Teussines s'appuie sur une bande de calcaires cambriens passant par Borie-Crémade, Usclats, Courniou et Saint-Pons. Il semble bien être en concordance de stratification sur des calcaires gris et blancs et il disparaît en plongeant sous des schistes fossilifères de l'Arenig inférieur. Ceux-ci, d'ailleurs, sont renversés et plongent vers le S., ainsi que toutes les couches de la région; mais comme le Dévonien doit reposer sur l'Ordovicien, il n'y a pas de doute qu'il n'y ait là un renversement; il y a eu en plus, selon moi, un étirement qui a fait disparaître entre le calcaire cambrien et le Dévonien, les schistes à *Paradoxides*, et les schistes et grès supérieurs correspondant pour la plus grande partie au Potsdamien et à une partie de l'Ordovicien. Peut-être aurais-je hésité à voir là un étirement, si je n'avais constaté l'existence d'un pareil accident, dans la région de Caunes. Sous la conduite de M. Rouairoux, maire de Cassagnolles, à qui je dois déjà tant de renseignements et qui m'avait signalé la région comprise entre la Matte et l'Abeuradou comme offrant des accidents tout à fait particuliers, j'ai vu les calcaires cambriens former un anticlinal sur lequel s'appuient les schistes de l'Arenig inférieur; il m'a été impossible de reconnaître si ce contact est dû à un glissement ou à une transgression de la base de l'Ordovicien. Sur cet Arenig inférieur, repose le Dévonien qui m'a paru réduit à ses assises supérieures et qui occupe un synclinal. Celui-ci se rapproche de plus en plus du massif cambrien, l'épaisseur des schistes de l'Ordovicien diminuant rapidement du

S.-O. au N.-E. Enfin les schistes siluriens disparaissent et c'est le Dévonien qui repose directement et en concordance apparente de stratification sur le calcaire cambrien ; on ne peut plus voir trace du synclinal par suite de l'étirement des schistes. Si je n'avais suivi ce synclinal pas à pas jusqu'au point où il disparaît, je n'aurais cru voir en ce point qu'une superposition concordante. A Teussines, on a affaire à un accident du même genre (Fig. 1) ; il y a eu étirement du flanc septentrional d'un synclinal, constitué également par l'Arenig inférieur et le Dévonien.

Dans cette région de Teussines, l'Arenig et le Dévonien sont renversés, ainsi que je viens de le dire. Si les calcaires, situés actuellement sous le Dévonien sont eux-mêmes dévoniens, ils doivent

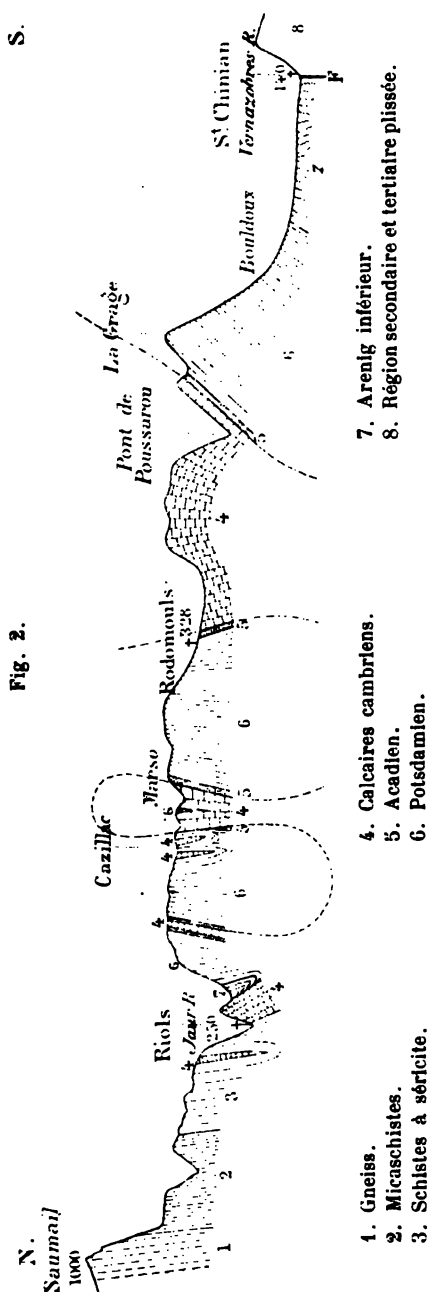
appartenir à un niveau plus récent que les couches à *Phacops* ; or, à Cabrières où nous avons tous les horizons du terrain dévonien, on n'en connaît aucun avec ce faciès de calcaires à *Encrines* et de calcaire blanc ; ce n'est qu'au Caragnas que les mêmes calcaires apparaissent et j'ai déjà dit quelle était leur position par rapport au Dévonien. En résumé, il n'est pas possible d'admettre que les calcaires sur lesquels s'appuient les assises à *Phacops* de Teussines soient du Dévonien. D'ailleurs, on y retrouve toutes les variétés lithologiques que j'ai déjà signalées dans les calcaires cambriens, aussi bien que les bandes de schistes.

Il résulte de tout ce que je viens de dire sur les calcaires à *Encrines* que, pour moi, il y a beaucoup plus de preuves en faveur de leur âge cambrien que de leur âge dévonien. Cependant, dans une région aussi plissée que l'est le versant méridional de la Montagne-Noire, il est possible que certains accidents, tels que chevauchements, glissements, étirements, amènent des contacts anormaux



1. Calcaires cambriens (1).
2. Arenig inférieur.
3. Calcaires dévoniens.

(1) N'ayant pu suivre les plis qui affectaient ces calcaires, je n'ai pas cru devoir les faire figurer. Cette remarque s'applique à toutes les coupes du présent travail.



malgré l'apparente régularité des couches. C'est l'observation qui m'a été faite il y a déjà trois ans lorsque j'exposai pour la première fois devant quelques amis les conclusions précédentes; depuis j'ai cherché et je n'ai pu trouver aucun accident de ce genre; c'est pourquoi j'ose publier aujourd'hui le résultat de mes recherches.

Maintenant que j'ai établi l'âge des calcaires que l'on rencontre sur le versant méridional de la Montagne-Noire, je vais passer à l'examen de l'allure des couches dans la région faisant face à la crête correspondant aux plis tertiaires de St-Chinian. Pour plus de clarté, je commencerai par donner une coupe orientée N.O.-S.E. passant par St-Chinian au S. et Riols au N. (Fig. 2).

En partant de St-Chinian et en remontant vers le N., on traverse d'abord les schistes de l'Arenig inférieur, facilement reconnaissables à leurs nodules et à leurs fossiles. Ces schistes auraient une épaisseur considérable à en juger par la surface qu'ils occupent et leur plongement apparent. Mais, en quelques points, tels que le ravin de St-Cels, celui descendant de Babeau et en général tous les ravins un

peu profonds de la plaine de St-Chinian, on peut reconnaître des plis qui rendent très difficile, sinon même impossible, l'évaluation de l'épaisseur réelle de l'étage aussi bien que la détermination de la position relative des différents horizons qui ont été reconnus dans l'Arenig inférieur (1). Mais on peut admettre, d'après la succession d'ensemble des étages paléozoïques, que les couches sont d'autant plus anciennes qu'elles sont situées plus au nord. Toutes, d'ailleurs, plongent vers le nord.

Un peu au N. de Babeau, les schistes perdent leur aspect gras ; ils deviennent gréseux, les nodules disparaissent et l'on a affaire à la série de schistes et de grès comprise entre l'Acadien (Etage des *Paradoxides*) et l'Arenig inférieur. Comme elle renferme surtout des assises qui correspondent au Potsdamien, je la désignerai sous ce nom, tout en admettant que les horizons inférieurs peuvent appartenir à l'Acadien et les supérieurs à la base de l'Ordovicien. Ce Potsdamien, qui, dans l'ordre stratigraphique, est inférieur à ce dernier étage, plonge également vers le N., et repose, au contraire, sur les plus anciennes assises de l'Arenig ; les schistes et les grès qui le constituent, forment un massif très puissant qui, plus résistant aux érosions que les schistes à nodules, a conservé un relief très accusé. Les bancs de grès intercalés au milieu des schistes, n'ayant pu être laminés comme ces derniers, ont conservé la trace des flexions auxquelles ils ont été soumis. Il en résulte que dans cette zone du Potsdamien, on voit les allures les plus bizarres, non seulement au point où passe la coupe que je donne, mais encore tout le long du relief qui correspond à cet étage.

Au niveau du moulin de Poussarou, apparaissent des schistes avec faune de l'Acadien. Ils plongent également vers le N. et reposent sur le Potsdamien.

Puis ce sont les calcschistes qui servent de passage de l'Acadien aux calcaires inférieurs. Sur ces calcschistes, plongeant encore vers le N., reposent dans l'ordre inverse de celui que j'ai donné (V. ante, p. 577), tous les horizons calcaires qui plongent aussi vers le N.).

Depuis St-Chinian, toutes les couches plongent vers le N., et de telle sorte, que les plus anciennes reposent sur les plus récentes : il y a donc un renversement vers le S.

Mais à quelques centaines de mètres du pont de Poussarou, les couches se redressent et il devient impossible de reconnaître leur

(1) Dans une prochaine communication, je reviendrai sur les niveaux à distinguer dans l'Arenig inférieur.

plongement ; peu à peu, la stratification devient plus nette et en continuant à monter vers le N., on voit les couches plonger vers le S. On recoupe les mêmes assises que précédemment, mais dans l'ordre de leur superposition normale. Il y a donc dans la partie septentrionale de la masse calcaire un renversement, en sens contraire de celui qui affecte la partie méridionale. Il en résulte que dans la région comprise entre Bouldoux et Rodomouls, l'allure des couches est celle d'un anticlinal en éventail ; la voûte de cet anticlinal a disparu par érosion et il ne reste plus, là où passe la coupe, que les deux retombées. Ce pli est des plus intéressants et j'y reviendrai plus loin.

En continuant la coupe, au-delà de Rodomouls, le Potsdamien occupe un grand espace ; il est affecté de plis que l'on peut reconnaître, mais non suivre, parce que toutes les assises se ressemblent trop pour que la distinction en soit facile.

Au niveau du bameau de Marso, les couches sont redressées presque à la verticale avec un léger plongement vers le N. Là, les schistes de l'Acadien reposent encore sur le Potsdamien et sont eux-mêmes recouverts par les calcaires cambriens. Il y a donc un léger renversement vers le S. Puis, quand on a traversé toute la bande calcaire de Marso, on retrouve la série des grès et des schistes potsdamiens plongeant vers le S., ainsi que les calcaires cambriens qui les recouvrent immédiatement, l'Acadien disparaissant ici par laminage ; il y a encore renversement, mais vers le N. Cette bande calcaire présente donc également la structure en éventail ; mais ce pli a une importance bien moindre que celle du premier. Il offre cependant quelque intérêt parce qu'on y voit des accidents dont l'explication est assez difficile. Dans la masse calcaire apparaissent par places des lambeaux de schistes et de grès ayant tous les caractères des dépôts potsdamiens ; très souvent, ils semblent emballés, pour ainsi dire, au milieu des assises où on les rencontre. Leur présence, sous cet aspect, ne peut s'expliquer que par des phénomènes de chevauchement des couches les unes sur les autres, puis par des plis ayant affecté à la fois les différentes couches ainsi mises en contact. Près Cazillac, au N. de Marso, on voit ainsi une série de bandes de faible épaisseur dans lesquelles les calcaires alternent avec un ensemble de schistes et de grès. Le même phénomène s'observe au N. de Cazillac, mais cette fois ce sont les calcaires, identiques d'ailleurs à ceux qui sont inférieurs à l'Acadien, qui forment des bandes dans les schistes et grès du Potsdamien. L'explication serait la même dans les deux cas. Il faut, de plus, remarquer

que là où il y a ces intercalations de schistes et grès ou de calcaire, les choses se passent toujours comme si les couches situées au S. de la bande considérée, s'étaient avancées pour recouvrir les couches situées au N., ce qui semble bien correspondre à un refoulement venant du sud.

Ces intercalations de calcaire au milieu du Potsdamien ont été déjà signalées et considérées comme des accidents sédimentaires contemporains des assises où on les rencontre (1). J'ai partagé cette manière de voir (2); mais les accidents schisteux et gréseux dans les calcaires, ainsi que la position qu'occupent les lambeaux par rapport aux masses dont ils semblent provenir, me paraissent rendre plus probable l'interprétation que je viens de donner.

Il est bien d'autres points que cette localité de Cazillac où semblables accidents peuvent s'observer; je crois inutile de les énumérer ici. Je les citerai à l'occasion.

Au N. de Cazillac, c'est la série potsdamienne qui reprend, sans qu'il soit possible de reconnaître les schistes acadiens entre les calcaires et le Potsdamien; mais ces schistes ont pu disparaître en totalité ou en partie par laminage car, dans la même bande, on les retrouve plus au S., à leur place normale. Cette disparition de l'Acadien est fréquente; elle s'explique par le peu d'épaisseur de ces schistes et par leur nature argileuse qui facilite le glissement des couches adjacentes.

A cette série de schistes et de grès, succèdent des calcaires, de chaque côté desquels se voient des schistes verts rappelant l'Acadien, mais ayant une très faible épaisseur. Ces calcaires correspondent à un anticlinal, qui est incliné avec plongement vers le N. Puis vient un synclinal formé par le Potsdamien et l'Arenig inférieur. Mais, vers le N., l'Arenig se trouve directement au contact du calcaire cambrien. Il y a eu certainement des étirements qui ont abouti à cette juxtaposition anormale comme celle que j'ai déjà signalée à Teussines.

Le calcaire cambrien de la vallée du Jaur est très épais; il a été lui-même affecté de plis. Il repose sur des schistes à sérécite, au milieu desquels se voit un synclinal occupé par des calcaires. Toutes les assises qui viennent ensuite sont celles que j'ai déjà énumérées.

(1) MIQUEL. — Note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. S'-Chinian à Coulouma, 1893.

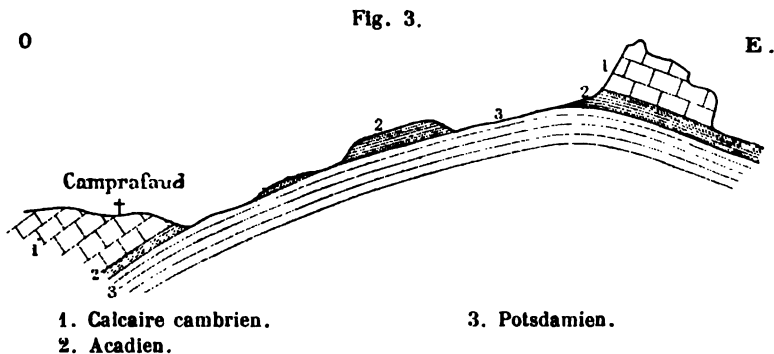
DE ROUVILLE, DELAGE et MIQUEL. — Op. cit., p. 11.

(2) J. BERGERON. — *Bull. Service de la Carte géologique de France*, N° 38, T. VI, 1894.

Les trois dernières bandes calcaires sont particulièrement riches en *Engrines* ; aussi ont-elles été considérées en partie comme dévoniennes. J'ai exposé plus haut les raisons pour lesquelles je considère ces calcaires comme cambriens et je n'y reviendrai pas.

Toutes les coupes que l'on pourrait relever suivant la direction N.O.-S.E. dans le massif ancien compris entre Camprafaud et St-Martial seraient à peu de chose près comparables à celle que je viens de donner. Cependant, tout en conservant son allure, la bande calcaire méridionale, que la coupe précédente traverse entre Poussarou et Rodomouls, se modifie au N.-E. et au S.-O.

Vers le N.-E. du côté de Camprafaud, les calcaires sont entourés par les schistes acadiens fossilifères qui se relie à la bande septentrionale de même âge passant par Rodomouls et à la bande méridionale également de même âge dont j'ai signalé la présence au moulin de Poussarou. Dans toute cette région, les schistes acadiens plongent toujours vers la masse calcaire. Au niveau de Camprafaud (1), on peut relever une coupe (Fig. 3), orientée E.-O. et mon-



trant que suivant cette direction, il y a un renversement vers l'E. comme nous en avons vu un vers le N. et un vers le S. dans la Fig. 2. A l'extrémité orientale de la bande calcaire, il y a donc renversement des couches vers l'extérieur du pli. Les assises cambriennes semblent s'y épanouir à la façon du sommet d'une gerbe de blé.

(1) C'est sous la conduite de M. le Dr Villebrun, de St-Chinian, que j'ai exploré la région si intéressante de Camprafaud. Je suis heureux de pouvoir le remercier de l'empressement qu'il a toujours mis à me faire part de ses observations sur la géologie des environs de St-Chinian et de l'amabilité avec laquelle il a bien voulu me communiquer des fossiles nouveaux qui feront l'objet d'une prochaine communication.

A l'ouest de la coupe donnée Fig. 2, les calcaires présentent encore la disposition en éventail, mais la bande calcaire s'élargit rapidement de l'est à l'ouest et en même temps cette allure spéciale s'atténue. Puis, cette bande se creuse d'un premier synclinal, qui apparaît au niveau de Rieussec, au S.-E. de Pontguiraud. Là, dans les ravins qui aboutissent au village, les calcaires cambriens sont recouverts par les schistes caractéristiques de l'Acadien, que surmontent les assises potsdamiennes. Ce synclinal s'élargit et en même temps la bande calcaire qui le borde vers le N. et qui passe par Cathalo, au S. de Rodomouls, S^{te}-Colombe, Ferrals, etc. diminue d'épaisseur, tandis que les schistes acadiens disparaissent et l'on ne voit plus que les termes de la série potsdamienne qui forment les crêtes de Marcory et de Pech Mage, points culminants de cette partie du versant méridional de la Montagne-Noire. C'est pour cette raison et aussi à cause de leur faciès spécial qu'on a attribué aux grès qui les constituent, un rôle très important sur lequel je reviendrai un peu plus loin. Sur le bord S. du synclinal, se voient encore des schistes acadiens.

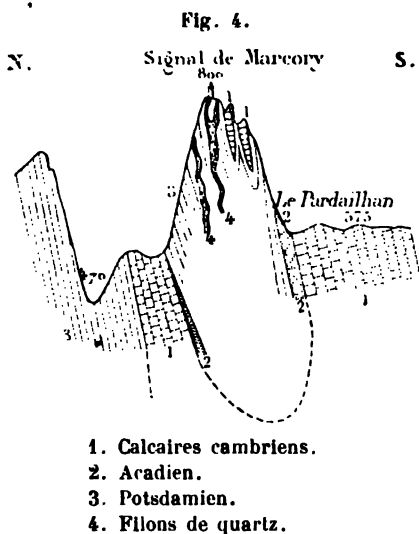
La bande calcaire continuant à s'élargir, se creuse encore plus à l'Ouest de manière à former un nouveau synclinal qui sera composé comme le premier. Ce second synclinal commence à peu près à 4 kilomètres au N.-E. de Rieussec (village sur la route de St-Pons à La Caunette) et il se prolonge vers le S.-O. en augmentant de largeur.

Entre ces deux synclinaux se voit la bande calcaire primitive qui constitue du côté de Pontguiraud le causse du Pardailhan, région aride où le sol uniquement calcaire est peu favorable à la culture.

Tous ces plis orientés N.-E.-S.-O. disparaissent, vers le S.-O. sous le Tertiaire. Ils se ressentent tous dans la région de St-Chinian, de l'allure que j'ai déjà indiquée ; il y a toujours un renversement du bord méridional vers le S. et tendance au renversement vers le N. pour le bord septentrional. Dans la région de Coulouna, le bord méridional du grand pli calcaire présente une allure régulière, toutes les couches plongeant vers le S. avec une superposition normale. Mais des failles indiquent que là aussi il y a eu des efforts qui, s'ils n'ont pas abouti à un renversement, ont du moins provoqué des dislocations.

Avant de quitter ces bandes cambriennes, je voudrais revenir sur le synclinal passant par Marcory et Pech-Mage. Les assises qui le constituent sont relevées presque jusqu'à la verticale avec un léger plongement vers le S. Les grès qui en forment l'axe ont été injectés de nombreux filonnets de quartz blanc, qui accompagnent

d'ailleurs de vrais filons de même substance qui se montrent dans toute la série de crêtes dont j'ai parlé. Ces injections de quartz ont rendu plus dures ces parties de grès et de schistes qui ont mieux résisté aux érosions que toutes celles de même âge qui n'avaient pas subi ce métamorphisme. Et cela explique les reliefs si accusés de ce synclinal. Ce qui prouve bien que c'est un synclinal, c'est que de chaque côté de cette crête on retrouve l'Acadien, immédiatement en contact avec les calcaires cambriens qui lui sont inférieurs. Au point même où passe la coupe (Fig. 4), les schistes



acadiens ne se montrent que sur le versant S. de la crête ; sur le versant N., les mêmes schistes ont été laminés et, par suite, c'est le Potsdamien qui est au contact des calcaires. Cependant, à l'ouest de la coupe, du côté de Sainte-Colombe, l'Acadien réapparaît à sa place normale sur le versant N. Il n'y a donc pas lieu d'admettre que la crête de Marcory et de Pech Mage corresponde à un anticlinal (1).

De plus, d'après ce qui précède, les grès de Marcory ne constituent pas un étage distinct (2), antérieur aux calcaires

(1) P. DE ROUVILLE, DELAGE et MIQUEL. — Les terrains primaires de l'arrondissement de St-Pons (Hérault), 1893, p. 20.

(2) P. DE ROUVILLE, DELAGE et MIQUEL. — Op. cit., p. 16. « Nous pouvons revendiquer l'honneur d'avoir, les premiers, découvert, interprété, apprécié et fait connaître : 1° la formation gréseuse dite de Marcory.... »

Jean MIQUEL. — Note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault — Le Cambrien et l'Arenig, 1894. — Cet auteur dit, p. 7 : « Les grès de Marcory ont des caractères lithologiques absolument précis et on ne peut les confondre comme on l'a dit dernièrement à la Société géologique de France, avec les schistes à sérécite. » Cette phrase est sans doute une allusion à ce que j'ai dit dans la séance du 6 novembre 1893 (*C. R. som. T. XXI, p. cx*) je signalais ce fait que les calcaires reposent, en superposition normale, sur des phyllades passant aux schistes à sérécite, mais je n'ai jamais dit qu'il en fût ainsi à Marcory et je n'ai jamais confondu les grès dits de Marcory avec des schistes à sérécite. Il serait bien à désirer que dans les discussions on fît des citations exactes.

cambriens, mais un faciès spécial du Potsdamien. Peut-être ont-ils été considérés comme plus anciens que les calcaires parce que sur le versant S., on y trouve deux intercalations calcaires, comparables à celles que j'ai signalées plus haut du côté de Cazillac ; mais ce sont là de simples accidents dus à des plis et l'on n'a pas affaire à l'étage calcaire lui-même.

La carte qui accompagne le travail de MM. de Rouville, Delage et Miquel indique les grès de Marcory, comme formant une bande passant par les sommets de Marcory, Pech Mage, puis une série de crêtes, et se terminant au Mont-Cayroux. En réalité, il n'y a pas une bande unique, mais bien deux bandes distinctes, présentant toutes deux les mêmes phénomènes d'injection, par des filons de quartz. L'une passe par les crêtes de Marcory et Pech Mage ; je l'ai déjà signalée comme correspondant à un synclinal qui se prolonge vers le sud-ouest dans la direction de Cassagnoles, mais les accidents quartzeux, tout en se prolongeant également vers le S.-O., ne présentent leur maximum d'intensité que de Marcory à St^e Colombe.

La seconde bande correspond également à un synclinal acadien et postdamien passant par le Rocher de Roquedau, le Mont-Cayroux, au N. de St^e Colombe, etc. Les accidents quartzeux y sont très développés au Rocher de Roquedau et au Mont-Cayroux, où l'on a affaire à de vrais quartzites blancs.

Ces deux bandes sont distinctes, séparées par un anticlinal de calcaire cambrien dont j'ai déjà parlé (p. 587) et qui passe par Cathalo, St^e Colombe et Ferrals.

Pour expliquer la présence de ce soi-disant anticlinal de Marcory-Mont-Cayroux, MM. de Rouville, Delage et Miquel admettent (1) que la région paléozoïque « a été plissée lors du soulèvement de l'Espinouse, mais que postérieurement à ce soulèvement, le massif primaire a pu subir l'action d'une autre force, qui se serait exercée de bas en haut, juste en dessous de la dorsale médiane (crête Marcory-Mont-Cayroux)..... On est porté à croire qu'il (le soi-disant anticlinal de Marcory) est le produit d'un soulèvement central, lequel soulèvement a déterminé une cassure, une longue fente oblique, au milieu des formations déjà plissées et par laquelle la formation de Marcory est sortie. L'écartement des parois de la fente expliquerait le rejet constaté au N. et au S., des tronçons de bandes ainsi coupées obliquement. Le soulèvement expliquerait à son tour

(1) Op. cit., p. 19 et 20.

la disposition régulière des plis autour du massif et leur renversement dans le sens de ses pentes.

« Maintenant, à quoi convient-il d'attribuer ce soulèvement ? Est-il dû à la poussée d'un dyke éruptif qui n'est pas venu jusqu'au jour ? La chose ne paraîtra point impossible, surtout lorsqu'on saura que notre massif primaire est en quelque sorte lardé de filons éruptifs. »

Cette apparition du massif de Marcory sortant des profondeurs de la région paléozoïque porté par un dyke éruptif me semble un peu trop féérique ; mais, de plus, elle n'est pas conforme aux faits observés, tels que je les ai décrits plus haut.

Voyons maintenant quelles sont les conclusions à tirer des faits que je viens d'exposer. En se reportant à la coupe (Fig. 2) et à ce que j'ai dit relativement à la constance des accidents que cette coupe met en évidence, d'autre part en tenant compte des cotes d'altitude, il est facile de constater les faits suivants :

L'Arenig inférieur n'apparaît qu'aux deux extrémités de la coupe, vers St-Chinian au S. et vers Riols au N. Il occupe dans ces deux régions deux synclinaux orientés de la même manière N. E.-S. O., mais celui du sud est beaucoup plus large que celui du nord qui semble être réduit de largeur par suite d'étirement, ainsi que je l'ai déjà dit. Cependant, il n'y a pas de doute que les assises de l'Arenig ne se soient déposées sur tout le massif étudié, car on en retrouve des lambeaux très importants vers l'ouest du côté de Cassagnoles et vers l'est dans la vallée de l'Orb. Ce sont les érosions qui les ont fait disparaître là où elles manquent actuellement, et c'est ainsi que les couches cambriennes mises à nu offrent un si beau développement entre Poussarou et Riols.

Il ne semble donc pas qu'il y ait eu de soulèvement important du sol avant l'Arenig inférieur, puisque toutes les couches sont en concordance de stratification ; cependant le très grand développement des Encrines au voisinage du massif primitif, si tant est que ces calcaires qui les renferment soient cambriens comme je suis très porté à le croire, pourrait indiquer qu'au commencement de l'époque cambrienne, il y avait un haut fond dans cette région, tout autour duquel, ou même sur lequel, les Encrines ont pu prospérer d'une façon remarquable. De plus, les sédiments cambriens supérieurs aux calcaires paraissent diminuer d'épaisseur dans le N. de la bande paléozoïque, ce qui indiquerait peut-être que le mouvement de soulèvement de la partie axiale

de la Montagne Noire avait continué. Ces mouvements du sol, s'ils ont eu lieu, auraient été dans tous les cas, de faible importance. Mais après le dépôt des couches de l'Arenig inférieur, il y a eu un retrait de la mer sur le bord méridional de la bande paléozoïque; la mer n'est revenue que vers le commencement du Dévonien, déposer les couches à *Pleurodyctium*, qui occupent à l'est de l'Orb une très grande surface.

A cette époque, des cours d'eau venant d'un continent rapproché, qui comprenait toute la région de la Montagne Noire, sauf son versant méridional, et qui faisait suite au Plateau Central, apportaient dans la mer de nombreux végétaux que l'on trouve associés aux *Pleurodyctium* (1).

Très vraisemblablement, à la fin du Coblencien, la mer s'est avancée encore plus au N. et elle est venue déposer ses sédiments sur l'Arenig inférieur, très près du massif primitif, du côté des vallées actuelles de la Salesse et du Jaur. Les grands plis sont contemporains des plissements hercyniens, ainsi qu'il ressort de tout ce qui a été dit depuis longtemps sur la Montagne Noire. Ils sont orientés suivant une direction N.E.-S.O. et les efforts qui leur ont donné naissance ont abouti au soulèvement de tout le massif paléozoïque entre les dépressions du Jaur et du Vernazobres; ils sont antérieurs au Dinantien, puisque aucun sédiment carbonifère ou post-carbonifère ne se trouve au N. de ce massif. Les plissements hercyniens ont continué à se reproduire durant tout le Carbonifère et n'ont cessé qu'à la fin du Primaire.

Durant le Secondaire et le commencement du Tertiaire, le bord méridional du massif paléozoïque n'a été témoin que de simples oscillations de rivage; mais, postérieurement au dépôt du Barthonnien, comme l'a établi M. Depéret, des efforts nouveaux ont abouti au plissement et à l'affaissement de la région de St-Chinian. Si, comme cela est vraisemblable, ces efforts se sont fait sentir jusque sur les assises paléozoïques déjà redressées, ils ont dû, étant donnée la position du Tertiaire, exercer une poussée latérale et de bas en haut, ce qui expliquerait la disposition en éventail des couches paléozoïques. Je suis donc porté à attribuer au même effort le nouveau plissement du Paléozoïque et le plissement du Tertiaire.

(1) Cette association de végétaux et de *Pleurodyctium* a été signalée par MM. de Rouville et Delage (Procès-verbal de la séance du 9 juillet 1894 de la Section des Sciences et Lettres de Montpellier); mais il n'est pas possible de confondre comme le font ces auteurs, les couches à *Pleurodyctium* avec celles renfermant la flore du Culm; ces dernières sont en connexion directe avec les grès à *Phillipsia* et les calcaires à *Productus*.

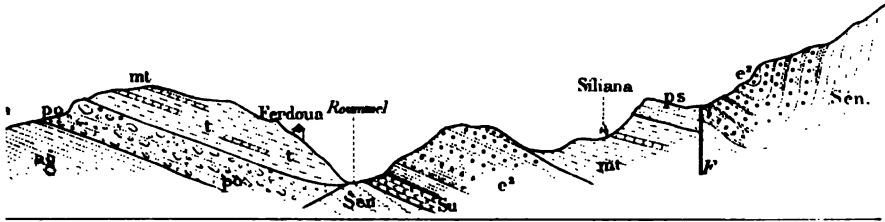
Le second pli en éventail indiqué sur la grande coupe (Fig. 2) a sans doute la même origine ; cette allure spéciale ne se rencontre, d'ailleurs, que sur une très faible longueur.

Je reconnais qu'il eût été préférable, pour soutenir mon opinion, de l'appuyer sur des accidents intéressant à la fois le Paléozoïque et le Tertiaire en superposition. Malheureusement, il ne peut en être ainsi, le Tertiaire ne reposant pas sur le Paléozoïque dans la région considérée.

En tous cas, la coexistence dans le voisinage les uns des autres des plis paléozoïques en éventail et des renversements tertiaires m'a paru être un fait assez curieux pour devoir être signalé.

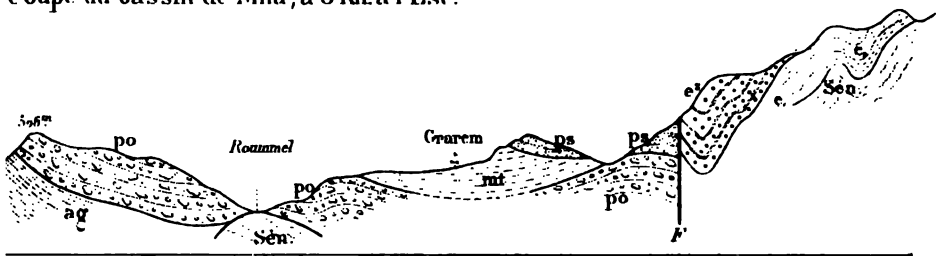
Coupe schématique de Mila à Siliana.

N.



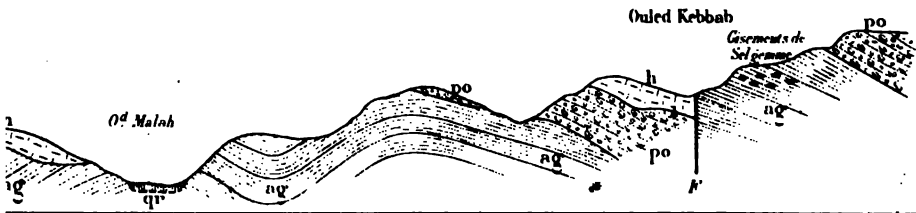
Coupe du bassin de Mila, à 3 Kil à l'Est.

N.



Coupe schématique du bassin de Redjas.

S.



LEGENDE

Néoc. Marnes à ammon. ferrug.

Cé. Cénomannien.

Tu. Turonien.

Sén. Sénouien.

Su. Suzevonien.

e. Eocène moyen.

e¹. Grès du Djebel Ouach (Medjanien).

e². Grès de Numidie.

F. Félice.

Oligocène {
ag
al
po

Argiles à Cypse.

Argiles à travertins.

Poudingues du Loudiat-Mty.

Conglomérats et sables de Bizot.

ml. Argiles à lignites du Smendou.

mt. Marnes à travertins de Sidi Morouan.

h. Helvétien.

ps. Poudingues de Siliana.

tc. Calcaire travertineux d'An-el-Bou.

A. Alluvions anciens.

lut^r



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DANS LES RÉGIONS

DE LYON & DE BOLLÈNE (VAUCLUSE)

du Dimanche 19 Août au Samedi 25 Août 1894.

Les membres de la Société qui ont pris part à la réunion sont :

MM. ALMERA,
ANDEER,
BERTHELIN,
BERTRAND (Marcel),
BIGOT,
BOISTEL,
BOULE,
CHAIGNON (de),
COLLOT,
CURET,
DELEBECQUE,
DEPÉRET,
DEYDIER,
DONNEZAN,
DUMAS,
DURAND,
GAUDRY,

MM. GEANDEY,
KILIAN,
LAMOTHE (de),
LORY,
MARTIN (David),
MIQUEL,
PAQUIER,
PATRIS DE BREUIL,
PELLAT,
RÉVIL,
REYMOND,
RICHE,
ROMAN,
SACCO,
SAYN,
TORCAPEL,
ZÜRCHER.

Un certain nombre de personnes étrangères à la Société ont suivi une ou plusieurs excursions. Ce sont :

MM. BARON,
BÉROUD,
BOFILL,
CARRY,
CHAIGNON (Marc de),
CONTAMIN,
COUDERC,
DAVID,
DOUXAMI,
FAUCHERON,
FRÉMINVILLE (de),

M^{me} GAUDRY,
MM. GRANGE,
JACQUEMET,
JOSSINET,
MAURETTE,
MERMIER,
PERRIN,
PEYLIN,
REBOURS,
ROCHE,
ROY.

LISTE DES PUBLICATIONS PRINCIPALES

RELATIVES AUX TERRAINS TERTIAIRES ET QUATERNAIRES
DE LA RÉGION VISITÉE PAR LA SOCIÉTÉ.

I. — RÉGION LYONNAISE

- 1828-1830. ÉLIE DE BEAUMONT. — Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe. (*Ann. sc. nat.*, t. XVIII, XIX).
1838. LEYMERIE. — Sur le diluvium alpin du département du Rhône. (*B. S. G. F.*, 1^{re} Sér., t. IX, p. 109).
1839. FOURNET. — Premier mémoire sur les sources des environs de Lyon. (*Ann. Soc. agric. Lyon*, 2^e série, t. II, p. 187).
1841. Congrès scientifique de France, 9^e session, Lyon. (*Procès-verbaux des sessions*).
1842. FOURNET. — Discussion sur les blocs erratiques. (*Revue du Lyonnais*, mars 1842).
1843. FOURNET. — De l'action diluvienne sur le sol de la France. (*Revue du Lyonnais*, mars 1843).
1844. BLANCHET. — Terrain erratique, alluvion du bassin du Léman et de la vallée du Rhône, de Lyon à la mer (Lausanne).
1848. DRIAN. — Minéralogie et pétrologie des environs de Lyon. (*Ann. Soc. d'Agr.*, 1^{re} série, t. XI).
- RAULIN. — Note sur la Bresse et sur la disposition de ses terrains tertiaires supérieurs. (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. VIII, p. 67).
1852. COLLOMB. — Sur les blocs erratiques et les galets rayés des environs de Lyon. (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. IX, p. 232).
1856. FOURNET. — Sur l'alluvion rouge des Étroits. (*Ann. Soc. d'Agr. de Lyon*, 2^e série, t. VIII *Procès-verbaux*, p. 3). — Observations de Jourdan.
- DELAVAL. — Percement du tunnel de Saint-Irénée. (*Bull. Soc. Ind. minér. de Saint-Etienne*, t. I, p. 351).
- GRAS (Sc.). — Sur la période quaternaire dans la vallée du Rhône et sa division en cinq époques distinctes. (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XIV, p. 207).
- 1855-1857. *Procès-verbaux de la Société d'Agriculture de Lyon.* (Nombreuses discussions entre MM. Thiollière, Dumortier, Fournet et Jourdan. *Années 1855 et suiv.*).
1858. BENOÎT (E.). — Esquisse de la Carte géologique de la Bresse et des Dombes. (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XV, p. 321).
- GRAS (Sc.). — Comparaison chronologique des terrains quaternaires de l'Alsace avec ceux de la vallée du Rhône. (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XV, p. 148).
1858. POURIAU. — Etudes géologiques, chimiques et agronomiques des sols de la Bresse, et particulièrement de ceux de la Dombes. (*Ann. Soc. d'Agr. de Lyon*, 3^e série, t. II, 1858).
1859. GRAS (Sc.). — Sur les caractères du terrain de transport connu aux environs de Lyon sous le nom *Diluvium alpin* ou de *Conglomérat bressan*. (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XVI, p. 1023).
- FOURNET. — Note sur les phénomènes du Lehm. (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XVI, p. 1049).
- DUMORTIER. — Note sur les tufs calcaires de Meximieux (Ain). (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XVI, p. 1099).
- RÉUNION EXTRAORDINAIRE de la Société Géologique à Lyon. (Compte rendu des excursions à la Croix-Rousse, au Mont-d'Or, à la Fuly, à Saint-Fons, à Pont-d'Ain).

- 1860-1864. LORY. — Description géologique du Dauphiné et Carte.
1861. FOURNET. — Sur le diluvium des montagnes occidentales du Lyonnais. (*Ann. Soc. ag. Lyon*, 3^e série, t. V, p. 87).
1865. DUMORTIER (E.) et FISCHER. — Fossiles découverts à Lyon dans le terrain miocène. (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XXII, p. 287).
1866. FALSAN et LOCARD. — Monographie géologique du Mont-d'Or Lyonnais avec notes de JOURDAN et de P. FISCHER.
1868. FOURNET. — Considérations générales au sujet du Lehm et détails sur le Lehm rouge. (*Bull. Ass. scient. franç.*, n° 95, nov. 1868).
1869. FALSAN (A.) et DE SAPORTA. — Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de Meximieux. (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XXVI, p. 752).
1870. FALSAN (A.). — Note sur une carte du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. (*Arch. Bibl. de Genève*, juin 1870, p. 12).
1871. LORY. — Note sur la distribution des blocs erratiques dans les environs de Grenoble et dans la partie basse du département de l'Isère. (*Ann. Soc. de statist. de l'Isère*, 3^e série, t. II, p. 462).
1873. FALSAN (A.). — Note sur la constitution géologique des collines de Loyasse, de Fourvières et de Saint-Irénée. (*Mém. Acad. de Lyon*, 1873).
1874. CHANTRE (E.). — Note sur un nouveau gisement de la Mollasse marine à Lyon. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. II, p. 206).
1875. FALSAN (A.). — Considérations stratigraphiques sur la présence de fossiles miocènes au milieu des alluvions glaciaires et du terrain erratique des environs de Lyon. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. III, p. 727, pl. XXVIII). — Observations de MM. DESOR, LORY, GAUDRY.
- TOURNOUËR (R.). — Note sur quelques fossiles d'eau douce recueillis dans le forage d'un puits au fort de Vancia, près Lyon. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. III, p. 741, pl. XXVIII).
- FONTANNES (F.). — Le vallon de la Fuly et les Sables à Buccins des environs d'Heyrieu. (*Ann. Soc. agr. Lyon*, t. VIII).
1876. TARDY. — Les Glaciers miocènes en Bresse. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. IV, p. 184).
- FONTANNES (F.). — Sur le Cailloutils de la Fuly et les Sables à Buccins des environs d'Heyrieu. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. IV, p. 224).
- TARDY. — Quelques mots sur la rivière d'Ain et le Jura à l'époque miocène. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. IV, p. 577).
- FALSAN (A.). — Études sur la position stratigraphique des Tufs de Meximieux et de Montluel. (*Arch. Mus. Lyon*, t. I).
- DE SAPORTA et MARION. — Recherches sur les végétaux fossiles des Tufs de Meximieux. (*Arch. Mus. Lyon*, t. I).
- LORTET et CHANTRE. — Études paléontologiques dans le bassin du Rhône. Période quaternaire. (*Arch. Mus. Lyon*, t. I).
1877. TARDY (A.). — Aperçu sur la région Sud-Est du bassin de la Saône. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. V, p. 698).
- TOURNOUËR (R.). — Observations sur les terrains tertiaires de la Bresse. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. V, p. 732).
1878. FALSAN (A.) et LOCARD. — Note sur les formations tertiaires et quaternaires des environs de Miribel. (*Ann. Soc. d'ag. Lyon*, 1878).
- LOCARD (A.). — Description de la faune de la Mollasse marine et d'eau douce du Lyonnais et du Dauphiné. (*Arch. Mus. Lyon*, t. II, pl. XVIII-XIX).
- LOCARD (A.). — Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon. (*Ann. Soc. Agr. Lyon*).
1879. LORTET et CHANTRE. — Recherches sur les Mastodontes et les faunes mammalogiques qui les accompagnent. (*Arch. Mus. Lyon*, t. II, p. 285, pl. I-VII).
- LOCARD (A.). — Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon. (*Ann. Soc. agr. Lyon*, 1879).
- TOURNOUËR (R.). — Présentation du mémoire précédent et observations. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. VII, p. 571).

- 1880 FALSAN et CHANTRE. — Monographie des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. (Lyon, 2 vol., 1 atlas).
 LOCARD. — Nouvelles recherches sur les argiles lacustres des terrains quaternaires des environs de Lyon. (*Ann. Soc. agr. Lyon*, 1880).
1882. TOURNOÛR. — Nouvelles observations sur les terrains bressans. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. X, p. 256).
 TARDY. — Quelques mots sur la Bresse. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XI, p. 543).
 LOCARD. — Notice sur la constitution géologique du sous-sol de la ville de Lyon. (*Ann. Soc. agr., sc. nat. et arts utiles de Lyon*, 1882).
1883. FONTANNES (F.). — Note sur l'extension et la faune de la mer pliocène dans le Sud-Est de la France. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XI, p. 543).
 TARDY. — Nouvelles observations sur la Bresse. (*B. S. G. F.*, t. XI, p. 543).
 LOCARD (A.). — Recherches paléontologiques sur les dépôts tertiaires à *Vivipara* du Pliocène inférieur de l'Ain. — (*Ann. Sc. Macon*, 2^e série, t. VI, pl. I-IV).
- FALSAN. — Esquisse géologique des terrains erratiques et des anciens glaciers de la région centrale du bassin du Rhône. (Lyon, 1 vol., 1883).
1884. FONTANNES (F.). — Étude sur les terrains pliocènes et quaternaires du plateau de la Bresse dans les environs de Lyon.
 TARDY. — Nouvelles observations sur la Bresse ou de la jonction du Pliocène et du quaternaire. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XII, p. 696).
1885. FONTANNES (F.). — Note sur les alluvions anciennes des environs de Lyon. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XIII, p. 59).
 FONTANNES (F.). — Transformation du paysage lyonnais pendant les derniers âges géologiques. (*Assoc. amis des Sc. nat.* Comptes rendus pour 1884).
 DELAFOND. — Note sur les Sables à *Mastodon arvernensis* de Trévoux et de Montmerle (Ain). (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XIII, p. 161).
 TARDY. — Nouvelles observations sur la Bresse, région de Bourg. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XIII, p. 617).
1886. FONTANNES (F.). — Les terrains tertiaires et quaternaires du promontoire de la Croix-Rousse à Lyon. (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV, p. 28, pl. XI-XII).
 FONTANNES (F.). — Observations sur le percement du tunnel de Collonges. (*Procès-verbaux Soc. Agr. Lyon*, 5 et 22 novembre 1886).
 DEPÉRET (Ch.). — Recherches sur la succession des faunes des Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône. (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV, p. 45, pl. XII-XXV).
 DEPÉRET (Ch.). — Note sur les terrains de transport alluvial et glaciaire des environs de Meximieux (Ain). (*B. S. G. F.*, t. XIV, p. 122).
1887. DELAFOND. — Note sur les tuils du Meximieux. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XV, p. 62).
 DELAFOND. — Note sur les alluvions anciennes de la Bresse et des Dombes. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XV, p. 65).
 TARDY. — Nouvelles observations sur la Bresse. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XV, p. 82).
 DEPÉRET (Ch.). — Sur les faunes mammalogiques miocènes du Bassin du Rhône. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XV, p. 507).
 RICHE (A.). — Étude géologique sur le Plateau lyonnais. (*An. Soc. Linn. Lyon*, 1887).
 BENOÎT. — Feuille géologique de Nantua et Notice explicative. (*Carte Géol. de Fr.*, n° 160).
 FONTANNES. — Note sur les terrains traversés par le tunnel de Collonges à Lyon-Saint-Clair (Note posthume rédigée par Ch. Depéret). (*Ann. Soc. Agr. Lyon*, 1887).
1889. DELAFOND et Michel LÉVY. — Feuille géologique de Bourg et Notice explicative. (*Carte géol. de Fr.*, n° 159).
1890. LÉVY (Michel) et DELAFOND. — Feuille géologique de Lyon et Notice explicative. (*Carte géol. de Fr.*, n° 168).
 CUVIER (F.). — Notice géologique sur le souterrain de Caluire. (*Ann. Soc. Linn. de Lyon*, 1890).

1891. DEPÉRET. — Sur l'existence d'une petite faune de Vertébrés miocènes dans les fentes de rochers de la vallée de la Saône, à Gray et au Mont-d'Or Lyonnais. (*C. R. Ac. Sc., de Paris*, 15 juin). — *Id.* (*Comptes rendus somm. S. G. F.*, 22 juin 1891).
1892. DEPÉRET (Ch.). — Sur la découverte de silex taillés dans les alluvions quaternaires à *Rhinoceros Mercki* de la vallée de la Saône à Villefranche. (*C. R. Ac. Sc. Paris*, 8 août).
1893. DEPÉRET (Ch.). — Sur la classification et le parallélisme du système miocène. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XXI, p. 170).
- BOISTEL (A.). — La faune de Pikermi à Ambérieu (Ain). (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XXI, p. 296).
1894. DEPÉRET (Ch.). — Sur un gisement sidérolithique de Mammifères de l'Eocène moyen à Lissieu, près Lyon. (*C. R. Ac. Paris*, 9 avril 1894).
- BOISTEL (A.). — Structure de la colline de Saint-Denis le Chosson (Ain) et ses relations avec celle du Plateau des Dombes. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XXII, p. 229).

II. — RÉGION DE BOLLÈNE

1829. MARCEL DE SERRES. — Géognosie des terrains tertiaires ou tableau des principaux animaux invertébrés des terrains marins tertiaires du midi de la France.
1835. GRAS (Sc.). — Statistique minéralogique du département de la Drôme.
1849. ARCHIAC (A. D'). — Histoire des progrès de la géologie de 1834-1845, p. 719 et p. 738.
1856. JOURDAN. — *Annales de la Société d'agriculture et hist. nat. de Lyon*. (Extrait des Procès-verbaux, p. XXVI).
1862. GRAS (Sc.). — Description géologique du département de Vaucluse.
1864. LORY (Ch.). — Description géologique du Dauphiné et Carte.
1868. ARCHIAC (A. D'). — Paléontologie de la France, p. 441.
1871. MAYER (C.). — Découverte des couches à Congéries dans le Bassin du Rhône. (*Vierteljahrsschrift der naturw. Gesellsch. in Zurich*).
- MAYER (C.). — Description de coquilles fossiles des terrains tertiaires supérieurs. (*Journal de Conchyliologie*, t. XIX, p. 346, pl. IX).
1874. TOURNOUËR (R.). — Sur les terrains tertiaires supérieurs du Bassin de Théziers (Gard) et sur le niveau géologique du *Potamidès Basteroti* dans le Bassin du Rhône. (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. II, p. 298).
1876. FONTANNES (F.). — Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le Bassin du Rhône. — Etude II : Les terrains tertiaires supérieurs du Haut-Comtat Venaissin. (*Ann. Soc. d'agr. et hist. nat. de Lyon*, 4^e série, t. IX).
1877. JOURDAN. — Sur le *Rhizoprion Barriensis* (*C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 53, p. 959).
1879. FONTANNES (F.). — Descriptions de quelques espèces nouvelles ou peu connues (*Ann. Soc. d'agr. et hist. nat. de Lyon*, 5^e Sér. t. II).
1881. FONTANNES (F.). — Note sur la position stratigraphique des couches à Congéries de Bollène (Vaucluse) et des marnes à ligniles d'Hauterives (Drôme) (*Ann. Soc. d'agr. et d'hist. nat. Lyon*, 5^e Sér. t. IV).
1882. FONTANNES (F.). — Nouvelles observations sur les terrains tertiaires et quaternaires des départements de l'Isère, de la Drôme et de l'Ardèche. (*Ann. Soc. d'agr. et d'hist. nat. de Lyon*, 5^e Sér., t. VI).
1886. DEPÉRET (Ch.). — Recherches sur la succession des faunes de Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône. (*Arch. du Mus. de Lyon*, t. V).
1887. CAREZ et FONTANNES. — Feuille d'Orange. (*Carte géol. de France*, n° 210).

Séance du 19 Août 1894, à Lyon.

PRÉSIDENCE DE M. BOULE, PUIS DE M. DEPÉRET.

Les membres de la Société se sont réunis, à neuf heures et demie du matin, dans la salle des fêtes de l'Université, quai Claude-Bernard.

M. BOULE, vice-président de la Société, déclare la session extraordinaire ouverte.

M. GOSSELET, président de la Société, empêché par la maladie, exprime par lettre ses regrets de ne pouvoir se rendre à la réunion.

Le Président annonce deux présentations.

M. BOULE adresse des remerciements, au nom de la Société, à MM. Delafond et Depéret, les organisateurs de la réunion.

C'est en grande partie à nos deux savants confrères, dit-il, que la géologie des environs de Lyon doit ses progrès les plus récents, ce dont témoigne la belle monographie qu'ils viennent de publier sur la Bresse.

Il lui est également agréable de rappeler que c'est à l'éminent directeur du service de la Carte géologique, M. Michel Lévy, que la Science est redevable d'une étude magistrale des terrains cristallins de la partie occidentale de la région lyonnaise.

Enfin, il n'est pas permis d'oublier que la Société se trouve dans le pays qu'avaient déjà illustré les travaux de géologues tels que Tournouër, Fontannes, M. Falsan ; de paléontologistes tels que Jourdan, MM. de Saporta, Locard, Lortet, Chantre, et sur lequel plusieurs autres de nos confrères, MM. Boistel, Tardy, Riche, publient tous les jours des notes intéressantes.

M. Boule adresse également des remerciements à l'Université de Lyon qui a bien voulu mettre à la disposition des géologues sa belle salle des fêtes.

Il est ensuite procédé à la nomination du Bureau de la session extraordinaire. Sont élus :

Président : M. **Depéret**.

Vice-présidents : MM. **Torcapel** et **Sayn**.

Secrétaire : M. **Roman**.

Trésorier : M. **Riche**.

M. Depéret prononce l'allocution suivante :

En prenant place au fauteuil présidentiel que vos suffrages ont bien voulu m'attribuer, mes premiers mots doivent être une parole de remerciement pour l'honneur très grand que me fait la Société Géologique de France, réunie à Lyon en session extraordinaire. Mais, je me hâte de le déclarer, vos suffrages n'ont pu se réunir sur mon nom que par suite de l'absence regrettable à notre réunion de notre collègue, M. F. Delafond, auquel revenait de droit la présidence de ce Congrès. Malheureusement, et à son très grand regret, M. Delafond, retenu à Paris par ses devoirs professionnels, s'est trouvé dans l'impossibilité de venir assister à nos séances ; il m'a chargé de vous en exprimer toutes ses excuses et tous ses regrets.

La réunion de Lyon est essentiellement, comme vous l'avez vu par le programme imprimé, destinée à l'étude des terrains tertiaires et quaternaires des vallées de la Saône et du Rhône. Et je ne puis parler de ces terrains, dont l'étude va nous occuper pendant une semaine, sans avoir d'abord à prononcer devant vous un nom qui est ici présent à tous les esprits et à toutes les mémoires : celui de notre cher et regretté confrère, Francisque Fontannes, enlevé, il y a huit ans déjà, à l'affection de ses amis, au milieu de la pleine puissance de sa féconde activité scientifique. C'est à Fontannes, à ses admirables monographies, où s'allie une merveilleuse finesse stratigraphique avec un tact paléontologique des plus remarquables, que le bassin tertiaire du Sud-Est de la France doit de pouvoir être regardé comme parmi les mieux étudiés des grands bassins tertiaires de l'Europe. Moi, qui ai eu le plaisir et l'honneur de vivre pendant plusieurs années dans l'intimité amicale et scientifique de Fontannes, je puis vous dire que cette réunion de la Société géologique de France que nous inaugurons aujourd'hui, comptait parmi les vœux les plus chers de notre savant confrère, vœu qu'une mort prématurée l'a seule empêché de voir réalisé sous son éminente direction. J'ai l'intime satisfaction d'accomplir vis-à-vis de ce cher ami un acte de véritable piété amicale et scientifique en proposant à la Société géologique de se réunir cette année à Lyon et en soumettant à son contrôle et à ses observations quelques-uns des résultats les plus importants de l'œuvre de Fontannes. Permettez-moi, Messieurs, de vous rappeler en quelques mots l'un de ces résultats généraux les plus essentiels pour l'histoire tertiaire du bassin du Rhône. Jusqu'aux travaux de Fontannes, les géologues pensaient que la mer miocène, qui avait occupé longtemps la grande dépression comprise entre les Alpes

et le Plateau central, avait été progressivement refoulée, vers la fin de la période miocène, dans la direction de la Méditerranée actuelle, de telle sorte que les formations marines miocènes n'étaient recouvertes, dans le Sud-Est, que par des formations d'abord saumâtres, ensuite lacustres et continentales représentant la fin du miocène, le pliocène et le quaternaire. Tout au plus soupçonnait-on par les travaux de Sc. Gras, de Lory, le séjour de la mer pliocène dans la basse vallée du Rhône jusque vers la latitude de Bollène. C'est à Fontannes que revient l'honneur d'avoir montré que la grande régression de la mer à la fin du miocène avait été suivie d'un second mouvement offensif des eaux marines, grâce auquel la Méditerranée pliocène s'était avancée jusqu'à Givors, c'est-à-dire presque jusqu'aux portes de Lyon. Cette pénétration des eaux pliocènes s'est faite dans un flord étroit et ramifié, creusé par voie d'érosion à travers les masses puissantes des formations miocènes, de telle sorte que partout dans le Sud-Est, les couches pliocènes se montrent en contre-bas et en discordance absolue avec les couches miocènes; grand fait que j'ai l'espoir de vous montrer bientôt jusqu'à l'évidence dans la région de Bollène, que nous devons visiter ensemble dans quelques jours.

A côté du nom de Fontannes, dont la ville de Lyon a quelque droit de s'enorgueillir, permettez-moi de regretter l'absence, à cette réunion, du vénérable doyen des géologues lyonnais, M. A. Falsan, dont les travaux sur le Glaciaire du Rhône sont connus et admirés de vous tous. L'état de santé de ce savant confrère ne lui a pas permis, à son grand regret, de prendre part à vos travaux et il m'a prié de vous en exprimer de vive voix toute sa douleur. Son savant collaborateur, M. E. Chantre, remplit en ce moment, en Asie-Mineure, une importante mission scientifique qui le tient également éloigné de nous. M. A. Locard, bien connu de vous par ses recherches paléontologiques sur les Mollusques de la région tertiaire et quaternaire lyonnaise, est aussi retenu par la maladie, mais il est de cœur avec nous; il m'a chargé de faire hommage à la Société, en son absence, de quelques-unes de ses dernières notes paléontologiques.

Lors de la dernière réunion de la Société géologique, à Lyon, en 1859, l'étude des terrains tertiaires de la vallée du Rhône était, on peut le dire, seulement ébauchée. C'est à peine si nous pourrions nous défendre de qualifier aujourd'hui de puériles les discussions qui eurent lieu à cette époque entre des hommes de haute valeur, comme Fournet, Dumortier, Jourdan, Lory, etc., sur les formations

tertiaires et quaternaires de nos environs. Nous aurons aujourd'hui l'occasion à St-Fons et aussi demain au vallon de la Fuly, d'étudier les puissantes masses de graviers quaternaires rhodaniens qui ont précédé l'arrivée des glaciers sur les collines lyonnaises. On trouve souvent, dans ces cailloutis, des débris de coquilles marines remaniées, empruntées au terrain miocène, débris qui ont fait alors considérer ces graviers fluviaux comme des dépôts de la mer miocène par les uns, ou même de la mer pliocène par quelques autres. Les moraines glaciaires ont donné lieu aussi à cette époque à des discussions aujourd'hui tout à fait sans intérêt au point de vue de leur mode de formation torrentiel ou glaciaire.

Depuis 35 ans écoulés, l'étude des terrains qui s'étendent de Lyon à la Méditerranée, a fait des progrès considérables dus, pour la région lyonnaise, aux travaux de Lory, de MM. Falsan et Chantre, Fischer, Locard et surtout de Fontannes. Pour le Midi, il faut ajouter à ces noms ceux de Tournouër, de MM. Matheron, Gaudry, de Saporta, Collot, Torcapel, etc. Les terrains lacustres et fluviaux de la vallée de la Saône sont également connus par les recherches de Tournouër, de MM. Falsan et Locard, Tardy, de Chaignon, Delafond, etc. ; et nous avons pu récemment, M. Delafond et moi, présenter un aperçu synthétique de cette région dans un mémoire sur la Bresse, que le service de la Carte géologique de France a bien voulu éditer avec luxe.

Le moment a donc paru opportun pour présenter à la Société Géologique une vue d'ensemble sur la grande dépression de la Saône et du Rhône. J'ai assumé sur moi la grande responsabilité de vous conduire à travers ces masses de sables, de graviers, de marnes de nature et d'âge divers, dont l'étude peut paraître monotone à un examen superficiel, mais qui n'en présente pas moins, au point de vue de l'histoire compliquée des dernières périodes géologiques, de la comparaison de leur faciès avec ceux des régions lointaines de l'Europe orientale, de l'évolution et des migrations des animaux terrestres les plus élevés en organisation, un intérêt non moins vif et à coup sûr non moins passionnant que celui que présente l'étude plus pittoresque et plus grandiose sans doute des hautes régions montagneuses.

Le Président soumet ensuite à l'approbation de la Société le programme suivant d'excursions :

PROGRAMME DES EXCURSIONS

proposé par MM. DELAFOND et DEPÉRET

Dimanche 19 août. — *Rendez-vous à Lyon.* — **Séance d'ouverture** à neuf heures du matin (salle des Fêtes de l'Université, quai Claude-Bernard); après la séance, visite des collections de la Faculté des Sciences.

A 1 heure 1/2, visite des collections du Muséum. — A 4 heures, excursion à St-Fons : Miocène marin (2^e étage méditerranéen) : sables à *Terebratulina calathiscus*; alluvions alpines préglaciaires; moraine à cailloux rayés et boue glaciaire.

Lundi 20 août. — Départ en chemin de fer pour Heyrieu. — Miocène supérieur (Pontique); sables à *Nassa Michaudi* et *Hipparion gracile*; marnes et sables d'eau douce à *Helix delphinensis*; alluvions alpines des plateaux (Pliocène supérieur).

Voitures pour Saint-Quentin. — Vallon de la Fuly. — Gravier quaternaires à *Nassa Michaudi* et *Auricules* remaniés du moulin de la Fuly; plus en amont, sables à *Nassa Michaudi*, en place. — Miocène marin (surface perforée du Bajocien). — Déjeuner à Saint-Quentin.

Voitures pour la Grive St-Alban. — Grande-Oolite; fentes sidérolithiques miocènes avec Mammifères terrestres (riche gisement).

Retour en chemin de fer par la gare de Bourguin. — Dîner et coucher à Lyon.

Mardi 21 août. — Départ en chemin de fer pour Meximieux.

Pliocène moyen : tufs de Meximieux à *Bambusa lugdunensis* intercalés à trois niveaux dans les graviers alpins. Pliocène inférieur : marnes de Pérouse à faune d'Hauterives. — Déjeuner à Meximieux.

Voitures pour Loyes, Mollon, Priay, Varambon et Pont-d'Ain.

Pliocène inférieur bressan. 1. Zone inférieure à *Planorbis Heriacensis* (Mollon-rivière). 2. Zone à *Vivipara Neumayri* et *leiostraca* (Mollon-ravin et Loyes). 3. Sables de Mollon à *Helix Chairi* et *Triptychia Terceri*. — Miocène supérieur (Pontique) relevé par les mouvements jurassiens : sables mollassiques de Varambon; marnes à lignites de Priay et Pont-d'Ain à *Bithinia leberonensis*.

Retour en chemin de fer par la gare de Pont-d'Ain.

Dîner et coucher à Lyon.

Mercredi 22 août. — Départ en chemin de fer pour Sathonay par la gare de la Croix-Rousse.

Ravin de Sathonay : sur le côté sud, alluvions grises quaternaires à fossiles marins miocènes remaniés ; moraines à blocs erratiques ; lehm fossilifère. Grotte à *Hyæna crocuta* dans les alluvions préglaciaires.

Sur le côté nord du ravin : graviers ferrugineux du pliocène supérieur.

Chemin de fer de la gare de Fontaine à Trévoux. — Pliocène moyen : sables de Trévoux à *Mastodon arvernensis*, *Palæoryx Cordieri* (faune de Montpellier), *Pahulines carénées* et *Melanopsis costulés* (faciès levantin). — Pliocène supérieur : graviers ferrugineux des plateaux de la Dombes.

Déjeuner à Trévoux.

Voitures de Trévoux à Villefranche-sur-Saône. — Au pont de Beauregard, terrasse fluviale post-glaciaire à faune de Chelles (*Rhinoceros Mercki*, *Bison priscus* et silex taillés du type moustérien).

Retour en chemin de fer à Lyon par la gare de Villefranche.

Dîner et coucher à Lyon. Séance le soir à la Faculté des Lettres.

Jedi 23 août. — Départ en chemin de fer pour la Croisière-Bollène. — Déjeuner à Bollène.

L'après-midi, voitures pour la chapelle Saint-Ferréol : couches à Congéries de Guiffage et de St-Restitut ; Pliocène inférieur marin de St-Restitut à *Nassa semistriata* et Polypiers (belle falaise pliocène). — *Discordance remarquable* du Pliocène et des couches à Congéries par rapport au Miocène. — Sables bigarrés de l'Eocène inférieur. — Miocène marin (1^{er} étage méditerranéen) : falaise miocène avec conglomérat à galets verdâtres de la base ; mollasse sableuse à *Pecten Davidi* ; mollasse marneuse à *Pecten præscabriusculus*.

Dîner et coucher à Bollène.

Vendredi 24 août. — Départ en voiture pour St-Pierre de Cénos. — Ascension à pied de la colline de Barri, traversée à pied du plateau et descente sur St-Paul-Trois-Châteaux. A St-Pierre, Pliocène marin : marnes de St-Ariès et sables à *Ostrea barriensis*. — Miocène marin : mollasse sableuse à *Scutella paulensis* ; mollasse marneuse et calcaire à *Pecten præscabriusculus* (magnifique exploitation de pierre tendre). — A la descente sur St-Paul, sables et argiles bigarrés de l'Eocène inférieur.

Déjeuner à St-Paul-Trois-Châteaux.

L'après-midi, voiture pour la Garde-Adhémar. — En passant,

Gault de Chanabasset (horizon de Clansayes) avec exploitation de phosphates (riche gisement de fossiles). — Plateau de la Garde-Adhémar. Oligocène (groupe d'Aix) : Aquitanien (calcaires à *Planorbis cornu* et *Helix Ramondi*).

Dîner et coucher à Bollène. — Séance le soir. (Clôture de la session).

Samedi 25 août. — Départ en voitures pour Visan. — Le long de la route : Miocène marin (grès à Cardites de Suze-la-Rousse, base du 2^e étage méditerranéen). — Pliocène inférieur du Bouchet à *Pecten comitatus*. — Massif de Visan et ravin de la Savoyonne. — 1. Grès à *Pecten Gentoni*. 2. Marne à *Pecten vindascinus*. 3. Sables de la maison Tiburce à *Ancilla glandiformis*. 4. Sables de la Porte-Neuve à *Cardita Jouanneti* et *Nassa acrostyla* (horizon de Cabrières). 5. Banc d'*Ostrea crassissima*. 6. Sables et marnes d'eau douce à *Helix Christoli* et *Hipparion gracile* (Pontique).

M. Locard empêché, par sa santé, d'être au milieu de nous, a du moins voulu offrir à la Société ses deux dernières notes sur les mollusques quaternaires de la région :

1^o *Description de Mollusques nouveaux recueillis aux environs de Crémieu par le Dr Jacquemet (1).*

2^o *Note sur les coquilles quaternaires des tufs de la Baume d'Hos-tun (Drôme).*

Le Président annonce deux nouvelles présentations.

M. Depéret présente à la Société une carte géologique au $\frac{1}{50.000}$ des environs de Lyon. Cette carte, dont le fond a été emprunté avec des modifications de détail nombreuses, aux feuilles du service de la Carte géologique de France, est l'œuvre du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences. Elle permet de saisir au premier coup d'œil la constitution géologique générale de la région lyonnaise.

A l'ouest, la région de roches cristallines et éruptives formant la bordure du Plateau central, à l'est la région tertiaire. Cette dernière, objet spécial des Etudes de la Société, se compose de deux parties.

Au sud, la région miocène, avec le rebord bien net des plateaux du Bas Dauphiné.

(1) *Ann. soc. Linnéenne de Lyon.*

Au nord, la *région pliocène*, formant le plateau de la Dombes, entaillé profondément par les vallées du Rhône et de la Saône. Il est à remarquer que le Rhône en amont de Lyon a justement tracé sa grande vallée actuelle en profitant du point faible constitué par la juxtaposition des formations miocènes et pliocènes.

La séance est levée à dix heures et demie, et les membres de la Société se rendent au Laboratoire de Géologie, pour visiter l'exposition des fossiles tertiaires vertébrés et invertébrés du bassin du Rhône, qui y a été préparée.

L'après-midi la Société se rend au Muséum du Palais Saint-Pierre, où elle admire les belles collections paléontologiques de la ville de Lyon.

Séance du 22 Août 1894, à Lyon.

PRÉSIDENCE DE M. DEPÉRET

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir, dans l'un des amphithéâtres de la Faculté des Lettres.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Sabba Stefanescu**, professeur d'Histoire naturelle, directeur du Lycée Saint-Sabba à Bucarest, présenté par MM. Marcel Bertrand et Cayeux.

Aug. Dollo, 141, Boulevard Saint-Michel, à Paris, présenté par MM. Boisselier et Beltrémieux.

Jacquemet, Docteur en médecine à Crémieu (Isère), présenté par MM. Depéret et Riche.

Couderc, à Aubenas (Ardèche), présenté par MM. Depéret et Riche.

Le Président annonce deux présentations.

Il adresse ensuite quelques mots de bienvenue aux membres de la Société étrangers, qui assistent à la séance, spécialement à MM. Sacco, Almera et Bofill.

Le Président fait part à la Société de la mort de notre savant confrère M. **Cotteau**, mort que son ami M. Peron le charge d'annoncer à la Société. Il donne ensuite la parole à M. Gaudry.

M. **Gaudry** rappelle, en termes émus, la vie scientifique de M. Cotteau, élève de d'Orbigny. Il a rendu de grands services à la Géologie en s'occupant d'une petite branche de la Paléontologie, celle qui a trait à l'étude des Oursins. M. Gaudry croit qu'il est l'interprète de la Société en exprimant les profonds regrets que cause cette mort.

Une autre communication douloureuse vient attrister la séance. M. Gaudry vient de recevoir par dépêche la nouvelle de la mort de M. **Rames**, qui, simple pharmacien à Aurillac, a cependant trouvé le temps d'étudier le volcan du Cantal et d'en faire connaître les principaux traits aux nombreux géologues qui sont allés le visiter.

COMPTE RENDU

DE L'EXCURSION DU DIMANCHE 19 AOÛT A SAINT-FONS,

par M. **DEPÉRET**.

La Société est partie en voiture pour Saint-Fons; le trajet a lieu entièrement sur la surface de la *basse terrasse quaternaire*, connue dans la région sous le nom de *terrasse de Villeurbanne*, dont l'altitude est d'environ 15^m au-dessus du thalweg actuel du Rhône.

Aucune exploitation ne permet d'étudier ici la composition de cette terrasse que l'on pourra examiner le lendemain dans la course d'Heyrieu. A l'extrémité sud du village de Saint-Fons, cette terrasse vient buter brusquement contre un petit massif de collines plus élevées, sur lequel la route monte par une pente assez rapide, vers le plateau de Feyzin. Au point où la route commence à s'élever, sont établies sur le flanc de ce plateau, d'immenses gravières, entaillées dans une masse de graviers alpins, de couleur générale grisâtre, à éléments peu altérés (*alluvions grises des géologues lyonnais*). Ces graviers constituent une deuxième terrasse, ou *haute terrasse quaternaire* qui, en ce point, atteint seulement une altitude de 30^m au-dessus du Rhône; mais nous verrons dans les excursions des jours suivants, cette haute terrasse s'élever rapidement en amont de Lyon, par exemple à Sathonay, jusqu'à une altitude de près de 80^m au-dessus du Rhône actuel.

La composition de cette haute terrasse mérite d'être examinée avec quelques détails.

L'exploitation de graviers de Saint-Fons montre à la base, à côté de la maisonnette, un affleurement de sables miocènes marins ravinés à leur surface, et formant le substratum des graviers quaternaires à l'altitude d'environ 190^m (le Rhône est en ce point à 163^m).

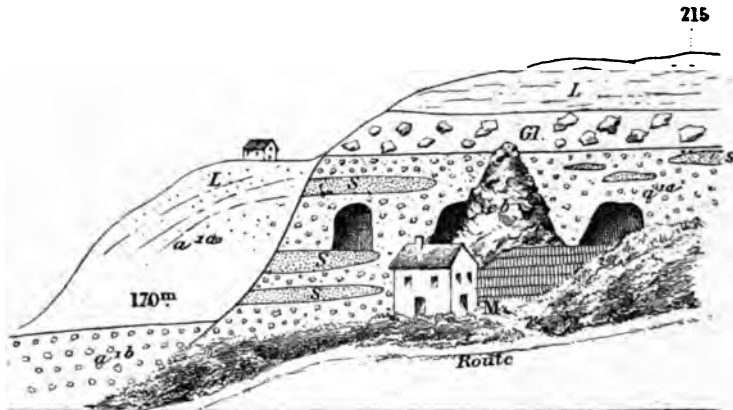
La masse de la terrasse est constituée par des graviers gris avec nombreuses roches alpines (amphibolites, granite, protogine, gneiss, jaspe rouge, calcaire noir, etc.), dont les éléments feldspathiques ne sont point kaolinisés et présentent par conséquent une résistance assez grande au choc du marteau. Quelques-uns de ces graviers présentent de curieux phénomènes d'éclatement par fentes étoilées autour d'un point de pression. Il existe des lits consolidés en poudingue (*Nagelfluhe* des géologues allemands). Mais cette cimentation est irrégulière, et se montre surtout le long des surfaces d'affleurement. Au sein des graviers sont intercalées des lentilles plus ou moins épaisses de sables fins mollassoïdes qui proviennent évidemment d'un remaniement presque sur place des sables miocènes; on y recueille, en effet, quelquefois des débris roulés d'*Ostrea crassissima*. Enfin, il faut mentionner la fréquence des lits obliques, ou stratification entrecroisée qui caractérise les dépôts fluviaux.

Les graviers quaternaires n'ont fourni en ce point aucun débris fossile contemporain de leur dépôt; en revanche des terriers de Marmottes ont été mis à jour au début de l'exploitation des graviers et ont fourni de belles pièces d'une espèce plus grande que la Marmotte actuelle (*Arctomys primigenia* Kaup.), qui a dû vivre dans la région lyonnaise peu de temps après ou pendant la période de recul des glaciers, et, par conséquent, bien après le dépôt de la haute terrasse quaternaire.

En s'élevant vers le sommet de la colline, on voit les graviers quaternaires devenir plus grossiers, moins bien stratifiés, de forme parfois un peu plus anguleuse, et présentant même des indices de stries glaciaires. En un mot, la Haute terrasse passe progressivement à sa partie supérieure à une véritable *Moraine glaciaire*, caractérisée par ses cailloux calcaires à surface polie et striée, par l'absence de stratification et même par quelques blocs erratiques peu volumineux, noyés dans la masse. La partie supérieure de la Moraine est altérée et rubéfiée, et elle est recouverte sur toute la surface du plateau par un épais manteau de *Lehm* avec ses coquilles caractéristiques (*Helix hispida*, *Succinea oblonga*, *Pupa muscorum*, etc.).

Les observations qui précèdent sont résumées par la petite coupe suivante :

Fig. 1. — Coupe des exploitations des graviers quaternaires à Saint-Fons



M. Miocène marin.
L. Lehm fossilifère.
eb. Éboulls.

a^{1a}. Haute terrasse quaternaire avec
lentilles sableuses (S).
Gl. Moraine à galets rayés.
a^{1b}. Basse terrasse quaternaire.

La Société descend ensuite vers le fond de la vallée du Rhône pour étudier le long des escarpements ou balmes de Saint-Fons de beaux affleurements des sables marins miocènes. Ces sables siliceux et micacés en général à grain très fin, sont consolidés suivant des lits irréguliers, en grès mollassiques peu résistants. Cette consolidation a donné lieu parfois à la production de concrétions gréseuses de diverses formes ; quelques-unes affectent un aspect belemnitifforme assez singulier. Il faut signaler dans ces sables la présence de nodules marneux qui sont de véritables galets, provenant du démantèlement de quelque assise marneuse, tout-à-fait littorale ou peut-être même fluvio-lacustre.

La faune des sables de St-Fons est peu variée et composée surtout de petites formes dont les principales sont :

Lamna cuspidata Ag.
Lamna Suwagei Locard.
Portunus aff. *puber* Fabr.
Callianassa minor Fisch.
Balanus tintinnabulum L.
Patella Tholoni Michaud.

Pat. rhodanica Locard.
Ostrea digitalina Dub.
O. crassissima Lam. var. *minor*.
Pecten substriatus d'Orb.
Lima squamosa Lam.
Lima Dumortieri Loc.

L. cf. inflata Chem.*Terebratulina calathiscus* Fisch.*Thecidium mediterraneum* Risso.*C. duris Munsteri* Sism.*Dendrophyllia Colonjoni* Mich.

Bryozoaires.

Il s'agit évidemment d'un dépôt sableux à Bryozoaires, de la zone dite des *Brachiopodes* et des *Coraux*, correspondant à une profondeur d'eau d'environ une centaine de mètres. Les Patelles et les Huitres doivent être considérées comme roulées et provenant d'une région marine plus littorale.

L'âge précis du niveau de St-Fons est difficile à caractériser en raison du faciès sableux et de la faune spéciale qui l'accompagne. Ces Sables à *Terebratulines*, ainsi que les a nommés Fontannes, constituent une assise puissante de 2 à 300 mètres environ dans le Bas Dauphiné qui occupe la partie supérieure du Miocène marin. Ils appartiennent à n'en pas douter au *deuxième étage méditerranéen* des géologues d'Autriche et représentent sans doute les deux étages helvétique et tortonien de la Provence et des autres régions miocènes de l'Europe, sans qu'il soit possible d'établir dans ce faciès sableux continu une distinction entre ces deux derniers étages. Quoiqu'il en soit de cette question de parallélisme, il est certain que la partie de la formation sableuse qui affleure à Saint-Fons à l'altitude de 160 m. est loin d'occuper le sommet du faciès marin ; et elle est séparée de la base du Miocène supérieur ou Pontique (*zone à Nassa Michaudi*) qui affleure au pied des coteaux d'Heyrieu à 270 m. environ d'altitude par une masse sableuse de plus de 100 m.

En suivant le petit chemin qui longe la voie ferrée, on voit les sables miocènes surmontés et ravinés par les alluvions grises de la *Haute Terrasse quaternaire*, recouvertes à leur tour par la Moraine et le Lehm. La base du cailloutis quaternaire, c'est-à-dire le fond du thalweg, où se sont déposés ces cailloutis, est à plus de 20 m. au-dessus des alluvions actuelles du Rhône.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU LUNDI 20 AOÛT A HEYRIEU, SAINT-QUENTIN ET LA GRIVE-SAINT-ALBAN

par M. **DEPÉRET**

(Pl. XXI).

Partie en chemin de fer de la gare de Perrache, la Société a trouvé à la gare d'Heyrieu des voitures qui l'ont conduite au pied

des pentes du plateau miocène du Bas-Dauphiné. Entre Lyon et Heyrieu, la plaine, d'apparence horizontale, sur laquelle est tracée la ligne du chemin de fer, est en réalité un plan incliné dont la dénivellation atteint environ 100 m. (gare de Perrache, 175,6; gare d'Heyrieu, 273,2). Près de Lyon elle constitue la *Basse Terrasse quaternaire*, d'une altitude moyenne de 15 m. au-dessus du Rhône actuel; mais elle s'élève rapidement vers le sud-est et représente un véritable cône de déjection ou *nappe de comblement* dû à des torrents sous-glaciaires s'échappant de Moraines en station dans la région de Saint-Quentin. Près du hameau du Compagnon, la Société a pu étudier, dans une chambre d'emprunt, la composition de cette terrasse de graviers alpins de couleur générale grise, peu altérés, au sein desquels se montrent encore en ce point quelques cailloux anguleux à surface polie et rayée provenant de la Moraine voisine.

Si la Société avait continué à se rapprocher encore de l'*amphithéâtre morainique* des environs de Saint-Quentin, elle aurait vu les graviers de la *Basse Terrasse* prendre un caractère fluvio-glaciaire de plus en plus accentué et se fondre graduellement avec la véritable Moraine.

La Société a ensuite étudié la coupe du Miocène supérieur du Plateau d'Heyrieu. Le niveau le plus bas que le recouvrement quaternaire de la plaine permet d'observer est constitué à une centaine de mètres au-dessus des sables de Saint-Fons, étudiés la veille, par la zone sableuse grossière ferrugineuse, à nombreux galets marneux, dite *Zone à Nassa Michaudi*.

La faune de cet horizon est constituée par un petit nombre d'espèces marines, très abondantes en individus, comme :

Nassa Michaudi Thiol., *Auricula Lorteti* Font., *Auricula viennensis* Font., *Melampus Dumortieri* Font., mélangées à un plus grand nombre d'espèces fluviatiles ou même terrestres :

Helix Delphinensis Font., *Helix Gualinoides* Michaud, *Helix Escoffieroides* Font., *Helix Chauri* Michaud, var., *Cyclostoma Lorteti* Font., *Triptychia* groupe *Terveri* Michaud, *Planorbis hertacensis* Font., *Limnæa Bouilleti* Michaud, *Bithinia leberonensis* Fisch. et Tourn., *Valvata vellestris* Font.

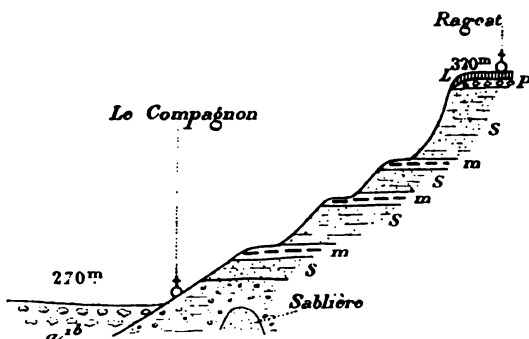
Il est à remarquer que les espèces terrestres et fluviatiles sont surtout abondantes au sein de galets marneux, entraînés sans doute par les courants de quelque estuaire voisin.

Il existe également, dans les *sables à Nassa Michaudi*, quelques rares débris d'*Hipparion gracile* Kaup. M. Mermier a recueilli dans la sablière de Toussieu, située à 4 kil. environ du point étudié par

la Société, plusieurs fragments déterminables de ce Mammifère, et Fontannes y a signalé, à diverses reprises, des dents du même animal. La présence de l'*Hipparion gracile* est un document d'une grande importance, qui permet de rattacher la zone à *Nassa Michaudi* au Miocène supérieur ou étage pontique, et qui nécessite sa séparation complète d'avec l'étage tortonien, dont la faune de Mammifères est fort différente. Il faut considérer les sables à *Nassa Michaudi* comme un dépôt effectué dans une nappe d'eau peu salée, et au sein duquel l'on ne rencontre plus que quelques rares espèces marines qui ont pu s'adapter à la dessalure progressive de la mer miocène du Bassin du Rhône et s'y mélanger avec les Mollusques fluviatiles, qui commençaient à prendre possession de leur nouveau domaine.

Au-dessus de la zone à *Nassa Michaudi* (Pontique inférieur), dont l'épaisseur moyenne est d'environ 10 mètres, on observe n s'élevant le long de la route qui mène au hameau de Rageat, une alternance de sables fins mollassiques et de marnes argileuses, parfois légèrement charbonneuses, qui constituent trois niveaux principaux, intercalés dans les sables. L'affleurement de ces mar-

Fig. 2. — Coupe du Miocène supérieur à Rageat, près Heyrieu.



1. Zone à *Nassa Michaudi*.

2. Marnes et sables à *Helix delphinensis* S. Sables.

M. Niveau marneux.

P. Pliocène supérieur.

L. Lehm.

atb Basse terrasse
quaternaire.

nes se fait remarquer par l'existence de niveaux d'eau constants. Au-dessus du dernier niveau marneux on voit encore dans la présente coupe, une masse assez puissante de sables mollassiques, parfois agglutinés en grès grossiers, et dont l'aspect rappelle beau-

coup les sables marins de Saint-Fons. Les fossiles sont rares dans cet ensemble de couches, on observe seulement dans les marnes, des débris d'*Helix*, des mêmes espèces que ceux de la zone à *Nassa Michaudi*. Fontannes avait désigné ces couches sous le nom de *marnes et sables à Helix delphinensis* et il n'y a aucun doute que cette assise n'appartienne encore au Miocène supérieur ou Pontique.

Le Miocène supérieur n'est d'ailleurs pas complet dans cette coupe. Sa partie supérieure ayant été arrasée, à l'altitude de 320 m. environ, par une nappe de galets alpins, composée surtout de quartzites à surface patinée et ferrugineuse, nappe qui représente dans la région l'une des hautes terrasses du pliocène supérieur. Le recouvrement par le Lehm empêche d'étudier ici en détail cette terrasse.

La Société s'est ensuite transportée en voiture à Saint-Quentin, où elle a visité le gracieux vallon de la Fuly, rendu classique par le mémoire de Fontannes, intitulé : *Le vallon de la Fuly et les sables à buccins des environs d'Heyrieu*. A l'entrée du vallon on observe, du côté gauche, de belles coupes entaillées dans la Moraine et les alluvions qui en émanent (a'b). Un peu plus en amont le glaciaire recouvre d'autres alluvions, plus consolidées, plus régulièrement stratifiées que celles de l'entrée du vallon, et qui se rapportent à n'en pas douter à un lambeau de la haute terrasse quaternaire (a'a). Ces alluvions grises contiennent déjà en ce point de nombreux fragments de *Nassa Michaudi* et d'autres coquilles de cette zone.

A mesure qu'on remonte le ravin, la fréquence de ces fossiles miocènes remaniés augmente et on arrive ainsi à la classique gravière qui se trouve derrière le moulin de Fuly où des cailloutis analogues d'aspect aux graviers de la haute terrasse de Saint Fons sont littéralement remplis de *Nassa Michaudi*, d'*Auricules*, d'*Helix delphinensis* provenant des sables à Buccins et qui se mélangent dans les graviers avec d'autres fossiles, empruntés à des niveaux plus bas et plus franchement marins du Miocène, comme *Dendrophyllia Colonjoni*, galets perforés avec *Pholas Dumortieri* en place.

On sait à quelles discussions se sont livrés les géologues de Lyon pour expliquer la présence de ces coquilles marines et terrestres miocènes au sein des graviers du moulin de la Fuly. Tandis que Jourdan y voyait une preuve de l'origine marine de toutes les alluvions anciennes de la région lyonnaise et rapprochait les graviers de la Fuly du *Conglomérat bressan* d'Élie de Beaumont, c'est-à-dire du Pliocène, Fournet défendait au contraire l'origine torrentielle (diluvienne, comme on disait à cette époque) de ce

dépôt et attribuait la présence des coquilles marines sur ce point à un remaniement par les courants quaternaires.

Fontannes, après une étude attentive de toute la région, s'était arrêté à l'hypothèse que le conglomérat de la Fuly « n'est qu'un » simple placage ou revêtement, couvrant une colline tertiaire dont » les dépôts successifs présentent le même faciès que sur tous les » plateaux du Bas-Dauphiné. »

Il m'a semblé que la question était beaucoup plus simple que ne pouvaient le faire prévoir les discussions précitées. En remontant le vallon de la Fuly, à une petite distance en amont du moulin, par la route qui va à Bonne-Famille, on ne tarde pas à observer sur les berges du chemin des affleurements des sables à *Nassa Michaudi* avec leurs caractères habituels, un peu plus caillouteux pourtant, qu'auprès d'Heyrieu.

Au moulin même de la Fuly, la surface du Bajocien se montre perforée par les Pholades, dénotant ainsi l'ancienne existence en ce point d'un dépôt miocène marin, aujourd'hui déblayé. La zone à *Nassa Michaudi* surmonte normalement ce dépôt marin, à une faible distance verticale.

Les courants quaternaires qui ont raviné le Miocène ont dû, en conséquence, remanier à la fois les deux zones précitées du Miocène et mélanger les fossiles de ces deux zones au sein des graviers fluviaux. Le mélange de ces fossiles, appartenant à deux zones différentes du Miocène et l'aspect général des graviers de la Fuly, tout à fait semblables aux autres graviers quaternaires de la région, ne laisse dans mon esprit aucun doute qu'il ne faille revenir à l'ancienne opinion de Fournet, c'est-à-dire considérer les graviers du moulin de la Fuly comme représentant un lambeau de la haute terrasse quaternaire (a^{1a}) directement adossée contre le massif miocène. Les membres de la Société présents ont paru se rallier d'une manière unanime à cette interprétation.

Après le déjeuner on s'est rendu directement en voiture à la Grive-St-Alban, station du chemin de fer de Lyon à Grenoble. De nombreuses carrières sont ouvertes en ce point dans les calcaires oolithiques du Bathonien, qui constitue la terminaison extrême vers le sud, du grand plateau jurassique de Crémieu-Morestel. L'intérêt principal de cette visite était l'étude des nombreuses fentes, plus ou moins larges, qui traversent ces calcaires verticalement et sont remplies d'argile rouge, avec minerai de fer pisolithique. Ces argiles représentent un *faciès sidérolithique* se rapportant à la période miocène.

La Société a visité d'abord la grande carrière voisine de la gare (carrière Peyre et Beau) qui a fourni autrefois à Jourdan la belle série de Mammifères conservés au Muséum de Lyon. Il ne reste plus aujourd'hui aucune trace des anciennes poches explorées par Jourdan, poches qui ont disparu par suite de l'avancement de l'exploitation.

Mais, de temps à autre, de nouvelles poches sont mises à jour et fournissent de nouveaux débris de Vertébrés miocènes. C'est ainsi que les ouvriers ont pu offrir aux membres de la Société des débris de dents et d'os des membres du *Rhinoceros sansaniensis*.

C'est encore de cette même carrière que proviennent le crâne et les beaux débris du *Macrotherium grande* (Lartet), dont un squelette à peu près entier avait dû être enfoui en ce point.

La planche XXI du présent compte-rendu donne une vue de l'état actuel de cette dernière poche.

Une autre grande carrière exploitée par M. Bercher est ouverte à une petite distance au nord-ouest de la station; elle a également fourni de nombreux débris de Vertébrés miocènes. Enfin, de l'autre côté du village de St-Alban, on observe dans une situation un peu plus élevée, d'autres poches sidérolithiques, dans la carrière Milliat; ces dernières poches sont particulièrement riches en petits Mammifères du groupe des Rongeurs (*Cricetodon minus*, *rhodanicum*, *medium*, *Lagomys verus*, *Prolagus Meyeri*, *Sciurus spermophilinus*), et d'Insectivores (*Sorex pusillus*, *Galerix exilis*).

La Société a pu faire une ample récolte d'ossements de ces petits animaux.

L'origine de ces poches sidérolithiques, autrefois attribuée à des éruptions geysériennes, est aujourd'hui reconnue d'une manière unanime comme un résultat de la dissolution des calcaires jurassiques, par les eaux de ruissellement continental, et de l'accumulation du produit argileux et ferrugineux insoluble dans les crevasses que présentaient ces calcaires. Cette origine s'impose à un examen même rapide de ces fentes toujours ouvertes par le haut et fermées à leur partie inférieure, dont la profondeur est variable. Les parois du calcaire sont corrodées par la dissolution et souvent tapissées d'un enduit stalagmitique. Le remplissage est formé tantôt par des argiles grises, parfois micacées et assez bien litées; le plus souvent par une argile non stratifiée englobant des galets de silex roulé et des fragments anguleux du calcaire bathonien. La couleur des argiles est rutilante et forme un contraste frappant avec la paroi rocheuse bathonienne.

La faune du Sidérolithique de la Grive-St-Alban est extrêmement riche. A l'heure actuelle, elle comprend 46 espèces de Mammifères, 6 d'oiseaux et plusieurs reptiles dont la liste et la description ont été données tout récemment (1).

Je me bornerai à citer ici les formes les plus caractéristiques :

Pliopithecus antiquus Lartet.
Machairodus Jourdani Filhol.
Martes Filholi Depéret.
Dinocyon Thenardi Jourdan.
Dinotherium levius Jourdan.
Rhinoceros brachypus Lartet.

Mastodon angustidens Cuv..
Macrotherium grande Lartet.
Listriodon splendens v. Meyer.
Hyotherium saemmeringi v. Meyer.
Micromeryx Flourensianus Lartet.

L'âge de cette faune de Mammifères se rapproche de celui de la faune de Sansan, mais avec un cachet d'évolution légèrement plus jeune, ce qui permet de la mettre exactement en parallèle avec les faunes de Steinheim (Wurtemberg) et de la Mollasse d'eau douce supérieure de Suisse, qui appartiennent comme elle, à la partie supérieure du 2^e étage méditerranéen (étage tortonien).

La stratigraphie confirme cette détermination d'âge; le plateau bathonien de la Grive-St-Alban n'a été recouvert par la transgression de la mer du 2^e étage méditerranéen que vers la fin de cette période. Son altitude moyenne est de 240 à 250 m., tandis que les sables à *Nassa Michaudi* affleurent dans toute la région à la côte de 270. Les poches sidérolithiques n'ont donc pu être recouvertes que par les 20 ou 30 derniers mètres des sables marins de l'horizon de St-Fons.

A l'heure actuelle on n'observe au-dessus des poches mises à jour par les exploitations que les dépôts morainiques à cailloux rayés; mais Jourdan avait observé (2) la superposition, au-dessus de l'un de ces puits, d'une couche de sables et de graviers marins avec nombreux fossiles miocènes qui ne laissent aucun doute sur cette transgression. Ces débris sont conservés au Muséum de Lyon.

(1) DEPÉRET. — *Archives du Muséum de Lyon*, t. VI et V.

(2) JOURDAN. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 1861, vol. 53, p. 1099.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU MARDI 21 AOÛT
A MEXIMIEUX, MOLLON ET PONT-D'AIN

par M. **DEPÉRET.**

La Société s'est transportée en chemin de fer directement à Meximieux. La voie ferrée suit d'une manière continue la base de l'escarpement du plateau pliocène des Dombes. La matinée a été consacrée à l'étude de la position stratigraphique des tufs à empreintes végétales, rendus célèbres par la belle monographie de M. de Saporta, mais dont l'observation sur le terrain est aujourd'hui rendue assez difficile par l'état d'abandon des anciennes carrières.

Voici la série des observations qui ont pu être faites par la Société :

A la carrière St-Jean, derrière Meximieux, à une faible altitude au-dessus de la basse terrasse quaternaire du Rhône, se montre un affleurement de calcaire travertineux pulvérulent dans les parties supérieures et dont la base ne peut être observée. La partie supérieure du travertin est d'ailleurs recouverte par des éboulis des cailloutis pliocènes. Cet affleurement constitue le niveau le plus inférieur, et aussi le plus important, des tufs de Meximieux. C'est lui qui a fourni, en même temps qu'une autre petite carrière, aujourd'hui abandonnée, placée à une centaine de mètres en amont de la précédente, les matériaux décrits par M. de Saporta (1). Les tufs étaient exploités autrefois comme pierre à chaux, et utilisés dans un four à chaux situé à côté même de la carrière. A l'heure actuelle on préfère remplacer le tuf par des blocs de calcaires secondaires recueillis dans la rivière d'Ain, ce qui explique l'abandon des carrières de tuf. Pourtant, quelques blocs de ce tuf conservés encore près du four à chaux ont permis aux membres de la Société de recueillir quelques empreintes, entre autres : *Laurus canariensis* Webb., *Bambusa lugdunensis* Sap., *Platanus aceroides* (Gœpp.), *Juglans minor* Sap., ainsi que des moules calcaires fort reconnaissables de deux Mollusques terrestres : *Zonites Colonjoni* Michaud et *Triptychia Terveri* Mich.

On sait que ces deux dernières espèces des marnes d'Hauterives ne caractérisent pas un niveau précis du Pliocène bressan, mais se

(1) *Archives du Muséum de Lyon*, t. I.

retrouvent dans toute la hauteur des formations lacustres du Pliocène inférieur et moyen et débute même dès le Miocène supérieur.

En s'élevant sur la route qui passe auprès de l'ancienne ville fortifiée de Pérourges et monte en décrivant un demi-cercle sur le Plateau bressan, la Société s'est arrêtée d'abord pour observer, à gauche de la route, en face de la maison Bardou, un talus entaillé dans les marnes du *Pliocène inférieur*, mais malheureusement un peu trop envahi par la végétation. C'est le gisement que M. Falsan a fait connaître sous le nom de gisement de Pérourges, qui a fourni un grand nombre d'espèces des marnes d'Hauterives (Drôme).

La faune de Pérourges est riche surtout en petites espèces que l'on obtient en lavant les marnes bleues du talus de la route; la liste des coquilles de Pérourges est la suivante :

<i>Helix Chairi</i> Michaud.	<i>Planorbis filocinctus</i> Sandb.
<i>Helix Nayliesi</i> Mich.	— <i>Mariae</i> Mich.
<i>Strobilus labyrinthicus</i> Mich.	— <i>umbilicatus</i> L.
— <i>Duvalli</i> Mich.	<i>Limnaea Bouilleti</i> Mich.
<i>Clausilia Terveri</i> Mich.	<i>Bithynia leberonensis</i> F. et T. var.
— <i>Falsani</i> Loc.	<i>Vivipara ventricosa</i> Sandb.
<i>Testacella Deshayesi</i> Mich.	<i>Valvata kupensis</i> Fuchs.
<i>Vertigo myrmido</i> Mich.	— <i>ranciana</i> Tourn. var. <i>negro-</i>
<i>Carychium pachychilus</i> Sandb.	<i>nensis</i> Loc.
<i>Planorbis heriacensis</i> Font.	<i>Michaudia Falsani</i> Tourn.
— <i>Philippei</i> Loc.	<i>Craspedopoma conoidale</i> Mich

M. Locard cite du même gisement :

<i>Helix Amberti</i> Mich.	<i>Valvata marginata</i> Mich.
<i>H. Godarti</i> Mich.	<i>Sphaerium Normandi?</i> Mich.
<i>Clausilia Loryi</i> Mich.	<i>Pisidium Tardyi</i> Loc.

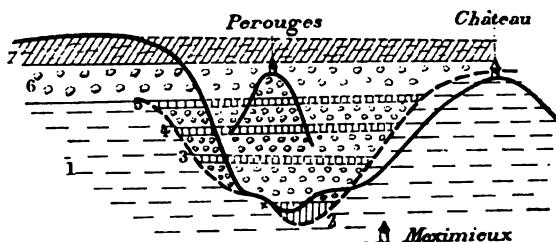
Les marnes de Pérourges se montrent ici à un niveau un peu plus élevé que la base de l'affleurement des tufs à la carrière St-Jean. Ces marnes s'élèvent même encore beaucoup plus haut et constituent le corps de la colline qui porte le château de Meximieux. Les tufs et les cailloutis qui les accompagnent occupent le thalweg d'une vallée profonde creusée dans l'épaisseur des marnes du Pliocène inférieur, ainsi que l'a montré M. Delafond.

Ce ravinement n'est pas directement observable dans le ravin très cultivé de Pérourges, mais il résulte de la position topographique même qu'occupent le travertin et les cailloutis du Pliocène moyen par rapport aux marnes du Pliocène inférieur.

En continuant de suivre la route, on observe le long du talus un

2° niveau des tufs à empreintes végétales, nettement intercalé ici au sein des graviers ferrugineux et altérés du Pliocène. Enfin avant d'arriver sur le plateau on rencontre un 3° niveau moins important de ces travertins et même l'indice d'un quatrième niveau tout à fait supérieur.

Fig. 3. — Schéma de la vallée de Meximieux à l'époque du Pliocène moyen et à l'époque actuelle.



1. Marnes du Pliocène inférieur. (X gisement de Pérouges).
- 2, 3, 4, 5. Niveaux de tufs du Pliocène moyen intercalés dans les cailloutis.
6. Cailloutis du Pliocène supérieur.
7. Glaclaire et Limon.

Dans le schéma n° 3, le trait ponctué montre le creusement du vallon de Meximieux, effectué dans les marnes du Pliocène inférieur et remblayé par les tufs et les cailloutis du Pliocène moyen.

Le trait plein indique la manière dont l'érosion actuelle a découpé ces divers niveaux du Pliocène.

L'après-midi la Société est montée en voiture pour aller étudier le Pliocène inférieur lacustre le long des berges de la vallée de l'Ain, entre Loyes et Mollon.

Nous rappellerons que le Pliocène inférieur comprend dans cette région la série suivante de bas en haut :

1° Une assise marneuse (*Marnes de Mollon*), d'une quarantaine de mètres de puissance, contenant des bancs de lignite à divers niveaux, en particulier vers le haut et vers le bas de l'assise. Le niveau ligniteux inférieur affleure dans la rivière d'Ain, au niveau des eaux, à Mollon; les marnes qui l'accompagnent forment un premier horizon fossilifère, connu sous le nom de *Marnes de Mollon-rivière*. Ces marnes reposent sur des sables rencontrés par des puits et dont l'âge est inconnu. Le niveau supérieur est fossilifère dans le ravin de Mollon et à Loyes (*Marnes de Mollon-ravin*);

2° Une assise sableuse (*sables de Mollon*), d'une dizaine de mètres de puissance, fossilifère à Loyes et à Mollon;

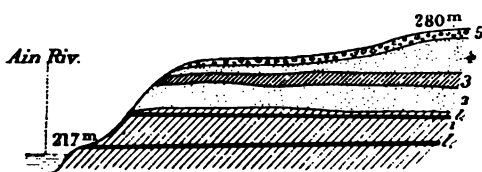
3° Un niveau marneux, peu épais, qui affleure au sommet des escarpements de Mollon ;

4° Un nouveau paquet de sables, qui se montre fossilifère dans le ravin de Rignieu, non loin de Meximieux.

Le recouvrement du plateau de la Dombes par le glacière et le limon empêche de suivre la série des couches supérieures à celles qui viennent d'être indiquées. La coupe schématique suivante résume la succession indiquée.

La Société a parcouru en voiture la route de Meximieux au hameau de la Croisette de Loyes, à travers un vallon gazonné à peu près dépourvu d'affleurements. Arrivés à la Croisette, on s'est trouvé sur le rebord du plateau de la Dombes, d'où l'on découvre brusquement toute la basse vallée de l'Ain et les chaînes jurassiques du Bugy.

Fig. 4. — Coupe schématique des berges de la vallée de l'Ain (Pliocène inférieur).



1. Marnes de Mollon avec leurs deux niveaux de lignite 1, 1'.
2. Sables de Mollon.
3. Marnes supérieures.
4. Sables de Rignieu.
5. Cailloutis et limon.

En descendant vers la plaine par un petit chemin oblique, on a pu observer, d'abord le petit niveau marneux sans fossiles qui recouvre les sables de Mollon, sur une épaisseur d'environ 1 m. Plus bas se montrent les sables fins mollassiques, contenant surtout des Mollusques terrestres, tels que *Helix Chauxi* Mich., *Zonites Colonjoni* Mich., *Triptychia Terveri* Mich., plus rarement le *Melanopsis flammulata* de Stef. var. *rhodanica* Loc. Enfin, plus bas encore, le chemin recoupe la partie supérieure lignitifère des marnes de Mollon, correspondant au niveau de *Mollon racin* ; c'est le gisement connu sous le nom de *gisement de Loyes* qui a fourni des fossiles lacustres tels que :

Vivipara Neumayri Brusina (— *Tar-*
dyi Tourn.).
Valvata vanciana Tournouër.
Bithynia leberonensis F. et T. var.
neyronensis et *delphinensis* Loc.
Bithynia veneria Font.

Limnæa Bouilleti Michaud.
Melanopsis flammulata Stef.
Neritina Philippei Tourn.
Sphærium Normandi Mich.
Unio sp.

Arrivée à Mollon, la Société a observé d'abord l'emplacement des sablières abandonnées aujourd'hui dites des *Sables de Mollon* ; puis,

au-dessous de ces sables, la partie supérieure des Marnes de Mollon extrêmement fossilifères sur les berges du ravin profond et humide de Mollon. Après une marche longue et assez pénible faite en remontant le lit même du ravin, les membres de la Société ont été récompensés de leur peine par un magnifique affleurement de marnes ligniteuses qui est une véritable lumachelle à Paludines aussi riche que celles des plus beaux gisements du bassin du Danube. Les espèces recueillies dans ce point sont les suivantes :

<i>Vivipara leiostracu</i> Brus.	<i>Bithynia veneria</i> Font.
<i>Melanopsis flammulata</i> Stel.	<i>Nematurella ovata</i> Bronn.
<i>Neritina Philippii</i> Tourn.	<i>Nematurella lugdunensis</i> T.
<i>Ancylus Neumayri</i> Font.	<i>Valvata vanciana</i> Tourn.
<i>Bithynia leberonensis</i> F. et T. var. <i>neyronensis</i> et <i>delphinensis</i> Loc.	<i>Unio miribellensis</i> Loc.

Il importe de signaler en outre la découverte faite simultanément par MM. Berthelin et Sayn en lavant des fragments de marne de cette localité de plusieurs sujets d'*Emmericia*. M. Boistel y a recueilli en outre *Valvata marginata* Michaud.

Descendant ensuite à Mollon même, dans le lit de la rivière d'Ain, on a vu affleurer, au dessous d'une petite terrasse quaternaire d'une dizaine de mètres de hauteur, au niveau de la rivière, quelques bancs de marnes contenant des lits ligniteux avec des fragments et de véritables troncs de bois à peine altéré; c'est le niveau dit de *Mollon-rivière*, qui se retrouve de l'autre côté de l'Ain, un peu en aval, au hameau de Martinaz. Cet horizon contient des espèces un peu différentes de Mollon-ravin et en particulier les types suivants :

<i>Planorbis heriacensis</i> Font.	<i>Bithynia leberonensis</i> F. et T. var.
<i>Limnæa Bouilleti</i> Michaud.	<i>Limnæa</i> du gr. <i>auricularia</i> Lin.
<i>Helix Nayliesi</i> Michaud.	

Si l'on considère l'ensemble de la faune des Marnes de Mollon-Ravin, on voit qu'elle est essentiellement caractérisée à sa base par la présence de grands Planorbes du type *heriacensis*, forme qui provient des couches miocènes à *Nassa Michaudi* du plateau d'Heyrieu. Les parties supérieures sont remarquables par l'abondance des Paludines, dont deux espèces : *Vivipara Neumayri* et *Vivip. leiostracu* sont communes avec la faune des *Untere Paludinen Schichten* (couches à Paludines inférieures et à Paludines lisses) de la Slavonie et de la Roumanie. Elles permettent donc de considérer les marnes pliocènes lacustres de la vallée de l'Ain comme un

véritable faciès à Paludines synchronique des couches inférieures des formations levantines de la vallée du Danube.

Remontant ensuite en voiture, la Société a franchi rapidement la distance entre Mollon et Pont-d'Ain, par Priay et Varambon.

A Priay, on commence à voir affleurer sur le bord de l'Ain des couches marneuses plus anciennes que celles de Mollon et faisant déjà partie d'une bande de terrain miocène supérieur (Pontique) qui suit le pied du Jura, et pénètre dans la vallée de Suran jusqu'à Soblay. Ces marnes miocènes que la Société a pu observer en place avant d'arriver à Pont-d'Ain à la bifurcation de la route de Druillat ressemblent beaucoup par leur aspect aux marnes pliocènes, et leur faune diffère également fort peu de celle de ces dernières. C'est ainsi qu'on trouve à Druillat.

Helix Nayliesi Michaud.

Bithynia leberonensis Fish et T. var. *delphinensis* Loc.

Planorbis heriacensis Font.

A Priay, on recueille :

Melanopsis Kleini Kurr.

Unio alatus Parsch, var. *Sayni* Font.

La distinction entre les marnes pliocènes de la Bresse et les marnes miocènes de la bordure du Jura repose sur le relèvement énergétique qu'ont subi ces dernières sous l'influence des mouvements alpins et encore mieux sur la faune des Mammifères terrestres qui a été recueillie dans les exploitations de lignites à Soblay, à St-Jean-le-Vieux et plus récemment par M. Boistel aux environs d'Ambérieu (Voir plus loin : *Notes paléontologiques complémentaires*).

L'identité des faunes de Mammifères de Soblay et d'Ambérieu avec la faune du Leberon et de Pikermi ne laisse aucun doute sur l'attribution de ces marnes à l'étage pontique.

Nous rappellerons qu'au contraire les marnes de Mollon, traversées par le tunnel de Saint-Clair, à Collonges, près Lyon, ont fourni à M. Cuvier une belle molaire de *Mastodon Borsoni* Hays, caractéristique du Pliocène.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU MERCREDI 22 AOUT, A SATHONAY, TRÉVOUX ET VILLEFRANCHE

par M. **DEPÉRET.**

(Pl. XVII).

La Société a pris le train à la gare de la Croix-Rousse, située à l'extrémité sud du promontoire qui s'avance entre la Saône et le Rhône, et domine la ville de Lyon d'une hauteur d'environ 70 m. On sait (1) que le soubassement de ce plateau est constitué par le gneiss, sur lequel repose une faible épaisseur de graviers miocènes marins, surmontés eux-mêmes par des couches assez épaisses de sable d'eau douce Pontique, passant en haut à une marne blanche qui contient la faune de Leberon (*Hipparion gracile*, *Dinotherium giganteum*, *Rhinoceros Schleiermacheri*, *Hyæmoschus Jourdani*, *Tragocerus amaltheus*, etc.), avec une faune de Mollusques, identique à celle du Miocène supérieur des environs d'Heyrieu. La partie supérieure seulement du plateau de la Croix-Rousse est formée par les graviers quaternaires de la haute terrasse, que surmonte la boue glaciaire à gros blocs erratiques. L'un de ces blocs de quartz alpin, trouvé il y a peu d'années dans la tranchée du nouveau chemin de fer funiculaire de la Place Croix-Paquet, se dresse à l'extrémité orientale du boulevard de la Croix-Rousse.

La ligne ferrée de la Croix-Rousse à Sathonay est tracée à la surface du plateau quaternaire, auquel la présence de bourrelets glaciaires, grossièrement alignés N.S., donnent les caractères du *paysage morainique*.

A partir du ravin de Sathonay, le plateau quaternaire qui atteint 270 m. environ, vient buter brusquement contre un deuxième plateau, formant un gradin un peu plus élevé, à l'altitude de 300 m. Ce gradin n'est autre chose que le rebord du plateau pliocène de la Dombes, constitué par les couches lacustres du Pliocène inférieur, ravinées et surmontées par les sables et les graviers du Pliocène moyen et supérieur. Les formations glaciaires recouvrent d'ailleurs également une partie de la surface du plateau pliocène.

Le ravin de Sathonay, qui descend vers la Saône, entre le Camp et le village de Sathonay, est creusé presque exactement à la limite

(1) FONTANNES. Les terrains tertiaires et quaternaires du promontoire de la Croix-Rousse, à Lyon (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV) — DELAFOND et DEPÉRET. Les terrains tertiaires de la Bresse.

du plateau quaternaire et du plateau miocène; il permet une étude facile de la composition géologique de ces plateaux (1).

L'attention de la Société a été attirée d'abord par une exploitation de graviers quaternaires entaillée sur le flanc gauche du ravin au niveau du Camp de Sathonay. Ces graviers présentent tous les caractères de la haute terrasse, déjà étudiée par la Société à St-Fons. Leur couleur générale grise, l'absence d'altération des roches granitoïdes alpines, la fréquence de lentilles de sable bien lavé, enfin l'abondance de fragments de fossiles miocènes remaniés (*Nassa Michaudi*, *Arca turonica*, *Dendrophyllia Colonjoni*) sont des caractères constants pour ces graviers de la haute terrasse quaternaire dans toute la région lyonnaise. Les débris de Mammifères sont malheureusement fort rares dans ces graviers. Tout se borne jusqu'ici à la découverte d'une mandibule d'*Elephas primigenius* de type sibérien recueillie autrefois par Jourdan, au sein d'une argile à poterie, formant une lentille intercalée dans les graviers de la haute terrasse, auprès de la Demi-Lune (Muséum de Lyon). Cette découverte permet du moins d'affirmer l'âge quaternaire de cette formation. La boue glaciaire à cailloux rayés surmonte les graviers gris sur le plateau du Camp de Sathonay, ainsi qu'on va le voir tout à l'heure, dans la tranchée du chemin de fer. Mais cette boue glaciaire n'est pas très apparente dans la coupe de la gravière étudiée par la Société; en revanche, on observe nettement l'existence, sur le flanc du vallon et par conséquent en discordance sur les graviers, d'une nappe de Lehm très fossilifère (*Helix arbus-torum*, *Helix plebeia* et var. *Succinea oblonga*, *Pupa muscorum*, *Clausilia parvula*), dont les membres de la Société peuvent faire une abondante récolte. Le Lehm du vallon de Sathonay a également fourni de nombreuses défenses et des molaires d'*Elephas intermedius* Jourdan (= *Elephas primigenius* à lames écartées). J'y ai recueilli, il y a quelques années, une demi-mandibule de *Cervus megaceros*.

Remontant ensuite sur la rive droite du ravin, la Société s'est engagée dans les tranchées du chemin de fer de Trévoux, où une chambre d'emprunt, près de l'entrée du viaduc, montre avec une grande netteté les relations de ces divers termes du quaternaire. La planche N° XVII reproduit une vue photographique de cette tranchée. Les graviers gris de la haute terrasse (a^{1a}) s'élèvent jusqu'à environ 2 mètres au-dessus de la voie ferrée, et leur partie supérieure se montre consolidée en un poudingue compact, formant un

(1) FONTANNES. Etude sur les ter. plioc. et quart. du plateau de la Bresse, aux environs de Lyon (*An. Soc. Agr. Lyon*. 1884). Id. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 13, p. 59.

véritable entablement au-dessous duquel les graviers meubles se sont creusés en un point une sorte de grotte, recoupée par la tranchée du chemin de fer et qui a été un repaire d'Hyènes à l'époque post-glaciaire. De belles pièces d'*Hyena crocuta* race *spelæa*, de *Bison priscus*, d'*Equus caballus*, de *Canis vulpes*, d'*Arricola amphibius* ont été extraites de cette grotte.

La Moraine glaciaire repose nettement et sans transition sur la surface supérieure de la haute terrasse. Elle présente à un haut degré les caractères du terrain erratique : absence de stratification, nombreux cailloux rayés, blocs erratiques alpins et sub-alpins emballés sans ordre dans une boue compacte. La chambre d'emprunt de la tranchée du chemin de fer montre une accumulation de ces blocs d'un effet réellement saisissant. L'épaisseur de la boue glaciaire est d'environ 4 à 5 m. La partie supérieure de la tranchée montre la superposition à la Moraine d'une couche de Lehm avec ses caractères habituels.

Continuant ensuite à suivre la tranchée du chemin de fer qui entaille profondément les collines de la rive droite du ravin, la Société s'est trouvée en face de graviers qui diffèrent des précédents par leur couleur générale ferrugineuse, par l'état d'altération très prononcée des galets granitoides, par la patine ferrugineuse des quartzites alpins, par le tassement plus prononcé de l'ensemble. Le contraste est frappant d'un côté à l'autre du ravin, entre ces deux masses de graviers alpins, dont l'âge est en effet fort différent. Les graviers ferrugineux se rapportent à la période pliocène. Leur base qui ravine profondément les marnes du Pliocène inférieur descend fort bas, jusqu'un peu au-dessous du thalweg de la Saône actuelle, tandis que la partie supérieure s'étale largement sur tout le plateau de la Dombes, à 130 m. au-dessus du Rhône actuel, formant ainsi une très haute terrasse, ou *alluvions des plateaux*.

Les découvertes paléontologiques faites aux environs de Lyon, permettent de donner un âge précis à ces divers niveaux de graviers pliocènes.

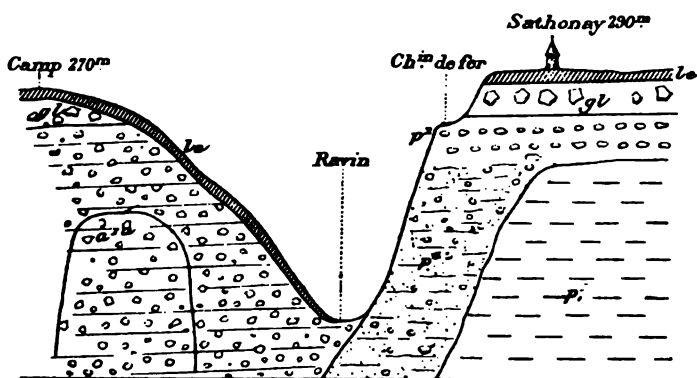
La partie inférieure et moyenne des graviers ferrugineux qui remblaient de profondes vallées creusées à la fin du Pliocène inférieur, contient la faune de Trévoux (voir plus loin), et se rapporte en conséquence au Pliocène moyen.

La nappe supérieure, ou *terrasse des hauts plateaux*, a fourni sur la rive droite de la Saône à la même altitude, l'association de l'*Elephas meridionalis* (St-Didier et St-Germain au Mont-d'Or) avec le *Mastodon arvernensis* (St-Didier et St-Germain au Mont-d'Or, fort

Loyasse) et le *Mastodon Borsoni* (vallon de Roche Cardon, près Lyon). Ces diverses pièces qui figurent au Muséum de Lyon permettent d'attribuer la formation des graviers ferrugineux de cette haute terrasse au commencement du Pliocène supérieur.

La coupe schématique (fig. 5) coupant le ravin de Sathonay à la hauteur du village, indique les relations des diverses couches pliocènes et quaternaires qui affleurent dans le ravin :

Fig. 5. — Coupe nord-sud du Ravin de Sathonay



- p₁ Pliocène inférieur (Marnes de Mollon).
- p₀ Sables et cailloutis ferrugineux (Pliocène moyen)
- p₂ Cailloutis ferrugineux des plateaux (Pliocène supérieur).
- a^{1a} Gravier quaternaires de la haute terrasse.
- gl Glaciaire.
- le Lehm fossilifère.

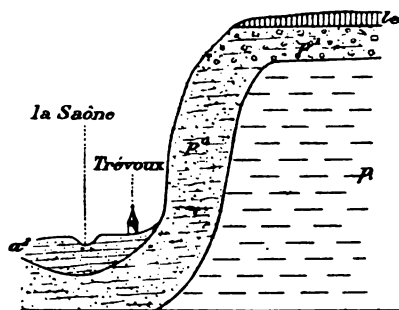
La Société a pris ensuite à la station de Fontaines le chemin de fer pour se rendre à Trévoux.

Après le déjeuner, elle est allée visiter, dans l'intérieur même de la ville (rue des Lapins, chemin des Corbettes), les beaux affleurements des sables ferrugineux du Pliocène moyen (*Sables de Trévoux*). Ces sables représentent, de même que les cailloutis et tufs de Meximieux et que les cailloutis du ravin de Sathonay, les dépôts fluviaux d'une vallée du Pliocène moyen entaillée dans les marnes du Pliocène inférieur. A Trévoux même, leur base descend à 20 mètres environ plus bas que le thalweg actuel de la Saône, tandis que leur partie supérieure passe au cailloutis alpin avec nombreux quartzites du Pliocène supérieur qui couvre le Plateau de la Dombes. Il est intéressant de constater l'opposition

qui régnait dès l'époque du Pliocène moyen entre les dépôts grossiers et torrentiels de la vallée du Rhône et les couches sableuses, à éléments relativement plus fins, de la vallée de la Saône. Cette opposition se retrouvera à partir de ce moment dans tous les dépôts qui se succèdent dans ces vallées jusqu'à l'époque actuelle.

La faune des Sables de Trévoux est intéressante à la fois par ses Mollusques fluviatiles de faciès levantin et par ses nombreux débris de Mammifères. Les premières comprennent, avec les grandes espèces terrestres, banales à tous les niveaux du Pliocène : *Helix*

Fig. 6. — Coupe de l'escarpement de Trévoux.



- p¹ Marnes de Mollon.
 p⁰ Sables de Trévoux.
 p¹ Cailloutis alpins du plateau.
 le Limon.
 a² Alluvions récentes.

Chairi, *Zonites Colonjoni*, *Triptychia Terceri*, *Testacella Deshayesi*, une Paludine à bourrelet sutural renflé (*Vivipara Falsani* Fisch.) analogue à la *Vivipara spuria* Brus. des couches à Paludines moyennes du Danube, et un *Melanopsis* costulé, qui m'a paru n'être qu'une variété du *Melanopsis lanceolata* Neumayr des mêmes couches levantines. La présence de ces deux espèces permet de considérer les Sables de

Trévoux comme l'équivalent précis de la base des *Mittlere Paludinen Schichten* du bassin du Danube. Il faut encore citer, pour compléter la liste des Mollusques de Trévoux, *Vivipara ventricosa* Sandb., *Bithynia* cf. *tentaculata* Lin., *Melanopsis flammulata* de Stef. var., et enfin, d'après les découvertes récentes de M. l'abbé Beroud, *Neritina Philippei* Loc., *Helix Amberti* Michaud.

La faune de Mammifères de l'horizon de Trévoux est identique à celle des sables de Montpellier et des couches fluvio-lacustres supérieures du Roussillon. Elle comprend :

<i>Mastodon arvernensis</i> Croizet et Job.	<i>Palaeoryx Cordieri</i> Christol (tunnel de Collonges).
<i>Rhinoceros leptorhinus</i> Cuv.	<i>Ursus arvernensis</i> Croiz et Job.
<i>Tapirus arvernensis</i> Dev. et B. (Montmerle).	<i>Castor</i> aff. <i>fiber</i> Lin.
<i>Capreolus australis</i> de Serres.	<i>Lepus</i> sp.

Enfin, pour compléter la paléontologie de ce niveau, il faut citer les empreintes de feuilles de *Fagus sylvatica* var. *pliocénica* Sap. qui existent sur les lits marneux intercalés au milieu des sables.

Les faits ci-dessus sont résumés dans la coupe schématique ci-contre (fig. 6).

Montant ensuite en voiture pour suivre la rive gauche de la Saône, jusqu'à Beauregard, les membres de la Société ont revu encore de belles coupes de graviers ferrugineux de Trévoux, près du village de Riottier, où on voit nettement ces sables descendre jusqu'à une très petite altitude au-dessus du niveau de la Saône. Cette observation confirme le ravinement des marnes du Pliocène inférieur par les sables du Pliocène moyen, ainsi que cela a été indiqué ci-dessus.

Après avoir traversé la Saône au pont de Beauregard, on a constaté sur la rive droite l'existence d'une terrasse régulière, élevée seulement de 12 à 15 m. au-dessus de la prairie de la Saône, terrasse dans laquelle sont entaillées plusieurs sablières en face du pont; les sables sont en grande partie fins, de couleur gris jaunâtre, tout à fait semblables aux alluvions de la Saône actuelle. Il existe quelques lits de graviers formés surtout de fragments de silex de la craie peu roulés et de chailles jurassiques. Ces lits de graviers sont surtout fréquents dans la partie profonde de la terrasse. Les sables fins contiennent les coquilles fluviatiles suivantes :

Bithynia tentaculata Lin.

Valvata obtusa Studer.

Les lits de graviers renferment une importante faune de Mammifères terrestres :

Hyæna crocuta race *spelæa* Goldf.

Bison bonasus Lin. race *priscus* Boj.

Rhinoceros Mercki Kaup.

Cervus taille du *Megaceros* Hart.

Sus scrofa Lin.

Cervus elaphus Lin.

Equus caballus Lin.

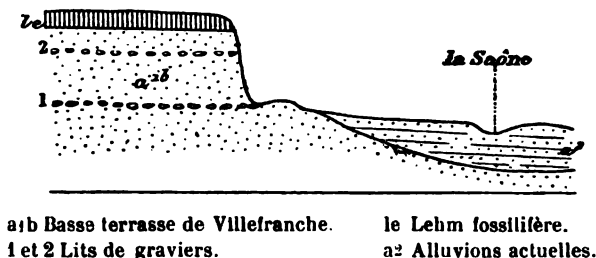
Elephas aff. *primigenius* Blum.

On y trouve en outre assez fréquemment des silex taillés humains avec retouche sur une seule face affectant la forme des lames et des pointes du type du Moustier.

La présence du *Rhinoceros Mercki* et d'une faune d'herbivores de climat tempéré, l'absence complète des animaux glaciaires comme le Renne et le *Rhinoceros tichorhinus* autorise à considérer cette faune comme comparable aux faunes dites interglaciaires d'Angleterre, d'Allemagne, de Suisse, et à la faune de Chelles dans le bassin de Paris. D'autre part la faible altitude de cette terrasse au-dessus de la Saône actuelle, permet de la paralléliser avec les graviers de la basse terrasse de la vallée du Rhône où le *Bison priscus* a également été recueilli en quelques points (Chasse, Miribel), ainsi que l'*Equus caballus* (la Valbonne). Il importe de faire ressortir l'exis-

tence au-dessus de cette terrasse, contrairement à ce qui a été signalé en Suisse et en Bavière, d'une nappe de Lehm typique avec ses fossiles habituels (*Helix plebeia*, *Succinea oblonga*, *Pupa muscorum*). On a trouvé dans ce Lehm des débris d'*Equus caballus* appartenant à une race plus petite que le cheval des graviers de la basse terrasse.

Fig. 7. — Coupe de la terrasse de Villefranche en face du Pont de Beau-Regard.



Les relations de ces diverses couches sont indiquées dans la coupe ci-dessus.

SUR LE MIOCÈNE SUPÉRIEUR DE LA BORDURE DU JURA AUX ENVIRONS D'AMBÉRIEU,

par M. BOISTEL.

(Pl. XXII).

Messieurs, je suis très sûr d'être votre interprète à tous en remerciant notre savant président, M. Depéret, du magistral exposé dans lequel il vient de résumer à la fois les observations faites par la Société sous sa direction pendant ces quatre derniers jours, et les conclusions auxquelles il est arrivé dans le beau travail sur *les terrains tertiaires de la Bresse*, qu'il a publié en collaboration avec M. Delafond. Vous avez pu vous rendre compte par vous même de la grandeur des difficultés qu'il y avait à vaincre dans une région présentant fort peu de coupes naturelles, et au milieu de terrains fort semblables entre eux par leur caractères extérieurs. Vous n'en avez que mieux apprécié la puissance persévérante du travail qui a recueilli tous les matériaux de cette étude et la sience profonde qui a su les coordonner et les mettre en œuvre.

Il ne saurait entrer dans ma pensée de rien ajouter au tableau si

complet qui vient de se dérouler sous vos yeux. Je veux seulement appeler votre attention sur une sorte d'annexe des formations bressanes, sur leur extension dans l'ancienne province, limitrophe, du Bugey. L'itinéraire suivi par la Société dans la journée du 21 a presque exactement découpé sur la carte la région dont il s'agit. Elle forme un triangle surbaissé dont la base est la rivière d'Ain, que nous avons longée en voitures de Meximieux à Pont d'Ain. Les deux autres côtés sont tracés par le chemin de fer qui nous a ramenés à Ambérieu d'abord, puis à Meximieux et à Lyon. Le sommet du triangle, tourné vers l'est, se trouve précisément à Ambérieu où s'opère la jonction des deux lignes de Màcon et de Lyon à Genève. Le chemin de fer qui, naturellement, a cherché le pays plat, s'est tenu sur les alluvions modernes qui, à cinquante mètres au plus au-dessus de la rivière d'Ain, occupent la plus grande surface de la région considérée. C'est donc en dehors de la ligne tracée par la voie ferrée, mais seulement sur une largeur de trois kilomètres au plus, qu'il faut chercher les terrains tertiaires, faisant partie du premier contrefort des montagnes et s'élevant, sur leurs flancs, jusqu'à une hauteur au moins égale à celle du plateau des Dombes. Ils ne se présentent d'ailleurs que sur la face nord nord-est du triangle; le côté qui regarde le sud sud-est ne longe que des terrasses glaciaires ou post-glaciaires.

Cette *Lisière tertiaire du Jura*, qui s'étend ainsi de Pont d'Ain à Ambérieu, a déjà fait l'objet de quelques études de détail, du moins pour la partie la plus septentrionale, jusqu'à Saint-Jean le-Vieux; les résultats de ces recherches ont été fort bien résumés dans l'ouvrage déjà cité de MM. Delafond et Depéret (1). Mais la partie plus méridionale, celle qui avoisine le sommet du triangle et la petite ville d'Ambérieu, a été beaucoup plus négligée jusqu'à ces derniers temps. J'ai tout récemment fait connaître des dépôts pliocènes importants dans cette région, représentés par la colline de Saint-Denis-le-Chosson, immédiatement au sud de la gare d'Ambérieu (2); et j'ai montré qu'on retrouve dans cette colline la plupart des niveaux étudiés par la Société, dans l'excursion du 21, à Meximieux et à Mollon (3). C'est à peu près uniquement de formations

(1) V. p. 37-49.

(2) Séance du 18 juin 1894, et *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 22, p. 99.

(3) On peut encore rapporter au Pliocène quelques nappes de cailloux roulés qui recouvrent par places les terrasses miocènes de la bordure du Jura. MM. Delafond et Depéret pensent en trouver l'origine dans la vallée du Surand. Je me propose d'examiner dans une étude ultérieure cette question d'origine.

miocènes qu'il sera question dans cette nouvelle communication ; elles sont la suite orientale des couches d'âge identique parcourues dans la même excursion, depuis Priay jusqu'à Pont-d'Ain. La limite entre les terrains appartenant à ces deux grandes époques géologiques se trouve approximativement à la gare d'Ambérieu, ou plutôt dans le thalweg de l'Albarine, entre la gare et la ville. On a en effet trouvé, à 200 mètres à l'est de la gare, en creusant un puits pour la maison de M. Boiron, une dent de *Rhinoceros leptorhinus* Cuv., qui figure dans les collections de la Faculté des sciences de Lyon. Cette espèce montre que les argiles qui la contenaient appartiennent encore au Pliocène inférieur ou *Plaisancien*, comme les argiles à *Unios* de la base de la colline de St-Denis, et ces argiles se retrouvent avec les mêmes *Unios* jusque sur les bords de la rivière d'Ain, à Martinaz, en face de Mollon. L'hydrologie de toute la plaine d'alluvions qui sépare ces deux points, s'accorde avec les données paléontologiques pour démontrer la continuité de ces couches.

Les formations miocènes se trouvent donc (sauf une très légère exception, v. p. 647) cantonnées sur la rive droite de la vallée de l'Albarine, soit dans sa partie resserrée, en amont d'Ambérieu, soit dans sa partie très largement ouverte, en aval. Elles sont adossées à l'ancienne falaise jurassique, tranchée, au moins depuis le commencement des temps tertiaires, par la grande faille bressane. Quand on parle ici de falaise, il faut entendre une falaise virtuelle, géologique, beaucoup plus qu'une falaise visible et actuelle. En effet, les terrains miocènes s'élèvent en pentes généralement assez douces jusqu'à plus de cent mètres au-dessus de la plaine alluviale, et d'autre part les chaînes jurassiques, démantelées par une lente érosion, ont pris des formes arrondies et viennent continuer les pentes tertiaires avec une inclinaison seulement un peu plus prononcée (V. la fig. n° 8). Ce sont des coteaux rocailleux et généralement couverts de bois, mais presque partout sans aucune coupure abrupte. Cette allure des coteaux jurassico-bressans forme un contraste remarquable avec l'aspect de la cluse de l'Albarine, où l'on admire depuis Ambérieu jusqu'à Rossillon des apics dépassant souvent cent mètres et atteignant même par places 200 mètres de hauteur, ayant à leur pied le classique talus d'éboulement, de dimensions au moins égales. Ce contraste révèle à l'œil le moins exercé une ancienneté infiniment moins considérable pour l'époque de l'ouverture de la cluse que pour celle de la faille ouest du Jura.

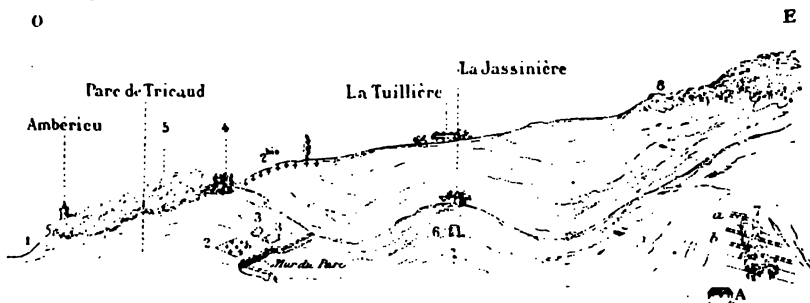
Trois coupes feront connaître la structure de ces coteaux ; l'une

prise à Ambérieu même, l'autre à 4 kil. au nord, au-delà du village de Douvres, la troisième à 2 kil. environ au sud aux environs du hameau de Saint-Germain. Elles soulèveront une question d'ensemble qui devra faire ensuite l'objet d'une discussion spéciale.

I

La première de ces coupes est une coupe naturelle; elle a l'inconvénient, comme beaucoup de coupes de ce genre, qu'elle n'est que fragmentaire et qu'une partie notable est cachée par la végétation; mais elle a sur les autres cette supériorité qu'elle est plus complète dans son ensemble et qu'elle s'étend sur toute la largeur de la bande miocène. Elle est présentée par la rive droite de la gorge du Gardon, où s'abrite le village considérable de Vareilles. Le petit torrent, qui n'a pas plus de trois kilomètres de cours, sort du pied des calcaires jurassiques inférieurs, coupés à pic par une petite cassure parallèle à celle de l'Albarine, et déblayés de leur revêtement tertiaire par l'érosion même du cours d'eau. Il a recoupé pendant deux kilomètres environ la masse du coteau miocène, non sans laisser sur ses rives des dépôts tufeux souvent considérables.

Fig. 8. — Vue générale du coteau de Vareilles, rive droite du Gardon.



1. Alluvions modernes (terrasse de 20^e)
2. 2bis. Glaciaire.
3. Argiles à *Dinotherium*, *Hipparion*, etc.
4. Argiles à *Zonites Colonjoni*, *Helix delphinensis*, etc.
5. Argiles à *Planorbis* et *Helix delphinensis*.

6. Vigne de Peillotan : argile à *Hipparion*, *Testudo*.
7. Eperon de Vareilles : a. Bajocien ; b. tufs, argiles poudingues ; c. *Helix*, etc.
8. Lias.
- A. Fabrique de tulle.

La figure 8 donne la vue générale du flanc droit de ce vallon prise de la rive gauche un peu au-dessus du château des Echelles

En avant de l'arête qui ferme la perspective au nord, le flanc du coteau est divisé par deux plis de terrain en trois mamelons. Le premier en commençant par la gauche, c'est-à-dire par le côté de la plaine, porte le parc de M. de Tricaud et, en arrière plan, la ville d'Ambérieu dont on aperçoit le clocher; le second est couronné par un pressoir ou *grangeon* (suivant le terme local) de construction ancienne, qu'on appelle La Jassinière; et le troisième se relie intimement au massif jurassique, accusé tout au haut de la figure, à droite, n° 8, par des pentes plus raides couvertes de bois.

Le premier de ces mamelons est de beaucoup le plus riche au point de vue paléontologique. C'est sur son flanc oriental que se trouve le beau gisement de Vertébrés que j'ai antérieurement signalés (1) et dont M. Depéret a bien voulu compléter la liste dans la *note paléontologique complémentaire* ci-après (p. 712). Ce gisement, représenté à la fig. 1 sous le n° 3, contient aussi de nombreux débris de coquilles dans lesquels on peut sûrement reconnaître le *Zonites Colonjoni*, l'*Helix Chairi* et le *Triptychia Terveri*.

C'est encore sur le même mamelon, un peu en arrière et immédiatement en dehors du parc de M. de Tricaud, aux points indiqués par les nos 4 et 5, que se trouvent les deux gisements où j'ai recueilli en 1873 et en 1893, de nombreux moules de Mollusques : *Zonites Colonjoni*, *Helix Delphinensis*, *Helix Chairi*, très abondants (2), et en moins grand nombre *Triptychia Terveri*, *Clausilia*, *Baudoni* et *Falsani*? *Testacella Deshayesi*, un *Pupa* qui semble différent du *Pupa Jobæ* Michaud, *Limnæa Bouilleti*, *Planorbis Philippei* et *heriacensis* (3).

(1) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 21, p. 296.

(2) C'est du gisement n° 4 que proviennent les échantillons que j'ai eu le plaisir de distribuer à nos confrères dans l'excursion du 21, lors de notre passage à la gare d'Ambérieu.

(3) Ces Planorbes étaient surtout abondants au gisement n° 5, dans des tranchées de la rue qui longe le parc de M. de Tricaud. — Cette couche à Planorbes de grandeur moyenne ou petite, me paraît correspondre à celle qui a été trouvée à Pont d'Ain, dans le lit même de la rivière, par notre confrère M. l'abbé Beroud. Les échantillons ont été recueillis par lui, il y a dix ou douze ans, dans les fondations du pont du chemin de fer, reconstruit à cette époque. « Les argilles étaient, m'écrivit-il, à une profondeur de 4 ou 7 mètres au-dessous du lit de la rivière et s'étendaient sous toute sa largeur. » On avait d'abord rapproché ce gisement de celui de Mollon, situé également dans le lit de la rivière, et qui, on le sait, appartient au Pliocène inférieur. Mais, par leur couleur violacée ou ferrugineuse et non jaune ou noire, par les faibles dimensions des Planorbes qui ne dépassent pas 25 mm., par l'altération de leurs coquilles devenues entièrement calcaires et blanches, au lieu de conserver leur transparence native, ces couches me paraissent plutôt se rapprocher de celles du gisement n° 5 d'Ambérieu. Il est d'ailleurs beaucoup plus naturel de les

La plupart de ces espèces remontent dans le Pliocène, où elles ont même été signalées tout d'abord. Dès lors, en présence du caractère absolument miocène des Vertébrés qu'elles accompagnent, on devait poser la question d'un mélange des deux faunes, et l'on pouvait admettre que les gisements d'Ambérieu représentaient des couches de passage entre les deux terrains (1). Mais il résulte des nombreux documents cités dans l'étude sur les terrains tertiaires de *La Bresse*, qu'un très grand nombre de formes pliocènes se sont montrées largement dès le Miocène supérieur ou *Pontien*; que c'est là une loi très générale dans le bassin du Rhône; et la Société a pu, dans les excursions de ces jours derniers, en constater plusieurs exemples appuyés des explications données oralement par notre savant président. Il faut donc considérer les couches que nous étudions comme franchement miocènes; elles appartiennent au dernier étage miocène, au *Pontien*. M. Depéret, qui a bien voulu visiter avec moi ces localités, n'hésite pas à les classer ainsi que je viens de le dire.

Le second des mamelons signalés plus haut, celui de la Jassinière, présente vers le milieu de sa hauteur un nouvel affleurement de marnes avec débris de Vertébrés (2). Moins riche que le premier, il ne m'a donné jusqu'à présent que deux dents et un os d'*Hipparion*, ainsi que de nombreux fragments de Tortue, accompagnés de débris d'*Helix*, parmi lesquels on ne peut reconnaître sûrement que l'*Helix Chazii*.

Ces deux premiers mamelons ne fournissent aucune donnée stratigraphique; les fossiles ont été recueillis seulement sur le sol cultivé des vignes ou dans des tranchées fort peu profondes, qui ne pouvaient, dans des couches aussi mobiles que les argiles, fournir aucun renseignement sur leurs allures générales. Il n'en est pas de même du troisième mamelon.

Là, les bancs, pénétrés de tuf ou même uniquement composés de

rapporter au miocène, puisqu'en remontant le cours de l'Ain depuis Pray, c'est-à-dire depuis plus de 6 kilomètres, on ne rencontre plus sur ses rives que des couches miocènes, puisque les gisements miocènes de Druillat (*Helix Nayliesi* et *Bithinia luberonensis*) et d'Oussiat (*Dinotherium giganteum*) ne sont distants que de un kilomètre ou un kilomètre et demi, l'un en aval, l'autre en amont de Pont d'Ain.

(1) V. la note précitée *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 21, p. 301 et suiv. Je n'ai pas, malgré de nouvelles recherches très attentives, trouvé la confirmation de la conjecture qu'un lambeau pontien se trouverait englobé dans un dépôt pliocène.

(2) La vigne qui le renferme s'appelle dans le pays la vigne Pellotan et non le plâtre comme je l'avais écrit par erreur.

ce calcaire grenu et concrétionné, ont présenté une résistance très grande au travail d'érosion de la vallée ; ils n'ont pu être complètement envahis par la culture de la vigne. Aussi ils forment une espèce d'éperon, saillant sur le flanc adouci du coteau et imparfaitement recouvert de bois. Je l'appellerai l'*Eperon de Vareilles* ; il est situé en face des fabriques de tulle et de couvertures de ce village, et couronné par un petit grangeon. On y voit une alternance de tufs, de marnes et de conglomérats à ciment tufeux ou marneux, dans lesquels j'ai relevé la coupe suivante, en réunissant les observations faites, soit à droite, soit à gauche, soit même au milieu du bois clairsemé qui couvre cet éperon. On constate une différence de niveau sensible entre les couches correspondantes à droite et à gauche du champ d'observation ; cette différence accuse une inclinaison de 15° environ vers l'est, c'est-à-dire vers la falaise jurassique (v. sur la fig. 8, le n° 7, p. 631).

Au sommet, sous le grangeon, on rencontre un lambeau éboulé de calcaire bajocien qui a contribué à maintenir la saillie de l'éperon ; il a environ 10 mètres d'épaisseur. Puis viennent :

9° Marne très calcaire, grenue ; de couleur ocreuse ou un peu plus brune par places ; blanchie à la surface par les agents atmosphériques	8 ^m 00
8° Tuf argileux avec petits cailloux disséminés dans la masse	0 ^m 40
7° Marne semblable au n° 9	0 ^m 30
6° Tuf sableux agglutiné	3 ^m 00
5° Conglomérat à cailloux assez gros et à ciment marno-tufeux	0 ^m 60
4° Travertin compact, mais persillé de petites lacunes ramifiées	1 ^m 00
3° Marne semblable au n° 9	5 ^m 00
2° Conglomérat semblable au n° 5	0 ^m 40
1° Marne semblable au n° 9	10 ^m 00
Total	29 ^m 10

L'altitude inférieure de la coupe est environ à 280 mètres. Les couches 7, 8 et 9 ne sont visibles que sur la droite en regardant l'éperon ; la couche n° 1 qui, à gauche, apparaît sur une épaisseur de 10 mètres, ne se montre plus que sur 6 mètres environ vers la droite à cause de son inclinaison.

Les cailloux qui entrent dans la composition des poudingues présentent des caractères assez particuliers. D'abord ils sont exclusivement calcaires, ce qui démontre que leur dépôt a précédé toute invasion glaciaire dans la contrée, et même l'arrivée des torrents qui, longtemps à l'avance, préludaient à l'extension progressive des glaciers. Cette seule observation, indépendamment de toute autre donnée, les ferait remonter au moins jusqu'au pliocène inférieur.

Ensuite leur surface est profondément altérée et comme rongée par les agents extérieurs, souvent même l'altération pénètre dans toute leur épaisseur. Leurs angles sont émoussés, mais sans qu'ils aient perdu les irrégularités de leurs formes, leurs saillies et leurs anfractuosités ; de sorte que cette usure paraît bien plutôt attribuable à une action chimique qu'à une trituration plus ou moins prolongée. Lorsque, malgré ces altérations, la surface offre encore une certaine dureté, elle est marquée de fines cannelures souvent très délicates et aux arêtes très vives, finissant brusquement et souvent par un trou plus profond et également net. Elles suggèrent naturellement l'idée de glissements plus ou moins répétés, mais nécessairement peu nombreux pour ne pas s'être effacés mutuellement. Enfin cette surface, soit altérée, soit cannelée, est elle-même enveloppée d'une sorte de croûte calcaire, qui les revêt souvent complètement comme pourrait le faire une coquille d'œuf modelée sur leurs formes irrégulières. Il semble qu'il faille y voir, comme le résultat d'une certaine attraction, d'une sélection exercée sur le calcaire des marnes environnantes par le calcaire du caillou. Cette croûte porte bien souvent des cannelures analogues à celles qui viennent d'être signalées sur les cailloux eux-mêmes (1). Il y a là un fait très général dans la contrée, dont il y aura lieu de rechercher les causes ultérieurement. Ces différents caractères donnent à ces conglomérats un cachet d'archaïsme qui ferait facilement attribuer aux couches qui les contiennent une antiquité plus grande que celle qui leur appartient réellement.

Les fossiles sont très rares dans ce gisement, et j'ai longtemps désespéré d'en rencontrer. C'est cette année seulement que j'ai pu, par un long travail, obtenir quelques moules fort mal conservés et brisés, mais que par comparaison avec ceux provenant d'autres gisements semblables, dont il sera question plus loin, on peut rapporter avec la plus grande probabilité au *Zonites Colonjoni*, à l'*Helix delphinensis* et au *Triptychia Terveri*. Les dimensions des échantillons de cette dernière espèce qui atteignent 15^{mm} de diamètre ne permettent pas de la confondre avec aucune espèce connue, même le *Clausilia marima* de l'Aquitainien (d'Allemagne), qui ne dépasse pas 12^{mm} (2).

(1) Ces pellicules de calcaire et les cannelures en sens divers ont déjà été signalées par M. Tardy sur des conglomérats analogues à Meillonas et à Sanciat. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 15, p. 89.

(2) Le *Clausilia clara* Sandbg. atteint un diamètre égal à celui du *Terveri* ; mais il est du même niveau miocène ; il remplace à Celleneuve le *Terveri*.

Si l'on supposait les couches de l'éperon de Vareilles régulièrement prolongées, elles se superposeraient manifestement aux deux gisements précédemment décrits, et atteindraient l'arête qui limite la fig. 8, vers le peuplier isolé qui la couronne. Il est impossible de les suivre ou de les retrouver le long de ce parcours supposé ; les cultures ne laissent rien voir, et quelques talus de chemins sont insuffisants pour nous renseigner. Mais, en arrière de l'arête qui limite la vue, sur son versant nord, la route des Allymes, dans la traversée de la partie supérieure du village du Tiret, nous présente, à la faveur d'une longue interruption dans les maisons, une succession de berges, quelquefois élevées de 2 à 3 m., assez récemment rafraîchies, où l'on peut se rendre compte du sous-sol. Quoique les érosions superficielles et les dépôts d'une argile brune plus récente aient souvent masqué ou bouleversé les couches, on peut constater, sur 75 m. environ de longueur, des alternances d'argiles grises et de tuf calcaire plus ou moins grenu ou sableux. Faut-il voir là un affleurement des tufs de l'éperon de Vareilles ? C'est ce que l'on ne saurait affirmer. En tout cas, il est intéressant de constater que si l'on continue à descendre sur le même flanc nord de l'arête figurée, on retrouve au lavoir *Nantais*, les argiles grises du gisement n° 4 de la vallée du Gardon, avec le *Zonites Colonjoni*, et le *Triptychia Tercevi*, et très approximativement à la même altitude.

Si la superposition peut être considérée comme assez probable en ce point, il ne faudrait pas cependant se hâter de conclure que les tufs constituent la dernière formation miocène de la région ; car les argiles grises se montrent sur une épaisseur encore considérable, à un niveau qui, dans toute hypothèse, est géologiquement supérieur à celui des tufs. On en rencontre en effet plusieurs affleurements avec quelques bancs tufeux encore, autour du petit domaine de la Tuilière (v. la fig. 8) ; et à partir de cet endroit, le long de la route des Allymes sur une longueur encore de 500 m. environ, jusqu'au point où la route entre brusquement dans les marnes du lias (n° 8 de la fig. 8). Ces dépôts miocènes atteignent ainsi une altitude de 380 m. environ ; la Tuilière étant cotée à 366 m. sur la carte de l'Etat-major.

Avant de quitter les rives du Gardon, je signalerai encore les alluvions anciennes de l'Albarine à l'extrémité occidentale du coteau (fig. 8, n° 1). Elles couvrent le flanc de la terrasse de 20 m. sur laquelle est bâti Ambérieu ; mais celle-ci présente encore des argiles dans sa structure profonde, ainsi que le montre le niveau d'eau utilisé par les puits et les lavoirs de la ville. Je noterai aussi le

glaciaire, dont un beau dépôt existait dans le parc de M. de Tricaud tout près du gisement à Vertébrés (v. même fig. 8, n° 2); on en a extrait des blocs striés et émoussés d'un quart de mètre cube. Il se montre encore plus haut sur les flancs du coteau, jusqu'à 60 mètres au-dessus de l'Albarine (310 m. d'altitude); notamment au n° 2^{bis} de la même figure, au-dessous d'un peuplier isolé, bien visible de loin; et il se continue dans le village du Tiret. On peut voir en plusieurs points son contact avec les marnes grises miocènes, et noter que dans cette situation les cailloux striés ont pénétré quelquefois jusqu'à 50 cent. dans les marnes, et ont, grâce à la protection de celles-ci, conservé une belle patine lustrée que les agents atmosphériques leur ont fait perdre ailleurs.

II

La seconde coupe nous transportera à trois kilomètres au nord du Tiret en nous faisant franchir dans sa longueur la vallée supérieure du Seynard, coulant non plus perpendiculairement aux chaînes jurassiques, mais parallèlement, et ne mettant à nu, à ma connaissance, aucune coupe intéressante. Cette vallée est séparée de la plaine de l'ouest, par un coteau qui représente une des terrasses d'érosion de l'Albarine, à 40 m. au-dessus de son niveau actuel, (v. cote 280 sur la carte au ¹/_{50 000}). Ce coteau, couvert par les alluvions, est constitué intimement par les couches miocènes. Dans un puits creusé à son point de départ, au hameau appelé le quart Rochais, on a rencontré, à huit mètres de profondeur, des marnes grises à *Helix* et du lignite. A l'endroit où meurt cette terrasse, à son extrémité nord, vers l'amorce du chemin de Douvres sur la grande route, elle laisse voir des sables d'aspect mollassique qui appartiennent à la même formation. C'est peut-être dans un pareil sable qu'on a trouvé, dit-on, jadis le *Nassa Michaudi*.

Arrivés à Douvres, nous traversons le village, et nous prenons, derrière le chevet de l'église, le chemin qui, en 5 minutes, nous conduit à la croix St-Christophe. De là part à angle droit un autre chemin qui monte à droite en écharpe sur le versant du coteau qui domine le village. A la croix même commence la coupe. Mais avant de l'étudier, il convient de nous rendre compte de la position où nous nous trouvons. Nous avons traversé presque toute la largeur de la bande miocène, représentée derrière nous, au sud, par le vallon du Seynard, et devant nous, au nord, par un autre vallon descendant de Merland, et isolant une colline importante

qui porte le château de St-Graz et s'étend jusqu'à Ambronay ; ce vallon et cette colline appartiennent tout entiers aux dépôts tertiaires. A Douvres, nous sommes presque au pied de l'ancienne falaise jurassique, c'est-à-dire que les couches que nous allons voir correspondent à l'éperon de Vareilles de la grande coupe précédente.

Sous le soubassement même de la croix St-Christophe, on observe des argiles grises avec de nombreux débris de coquilles qui rappellent absolument le faciès de celles des premiers gisements d'Ambérieu. Malheureusement les débris sont trop réduits pour pouvoir faire l'objet d'une détermination précise.

Trois mètres plus haut, dans le talus de gauche du chemin qui vient d'être indiqué, commence la coupe dorénavant continue qu'il s'agit d'explorer, et dont tous les bancs successifs présenteront très régulièrement l'inclinaison de 15° déjà signalée ailleurs. Elle débute par des argiles, grises en elles-mêmes, mais chargées de lignite et souvent pénétrées par la couleur noire due à ce minéral; elles n'ont ici que 50 c. d'épaisseur. Mais elles se relient par leur plongement manifeste avec les exploitations anciennes de lignites, dont les traces existent encore au niveau même du village, sur les bords de la Cozance, à côté du moulin (v. fig. 9, p. 642). Elles doivent représenter la partie supérieure des couches, épaisses de 2 ou 3 m., où se maintenaient les travaux, ou plutôt une petite récurrence des lignites après le banc fossilifère signalé à la croix même.

C'est à ces couches argileuses et ligniteuses que s'arrêtaient jusqu'à présent toutes les observations faites dans l'Ain sur la partie supérieure du Pontien. Tandis que dans le bas Dauphiné on connaît depuis longtemps au-dessus des lignites de puissants dépôts de cailloux roulés (v. not. le compte-rendu de l'excursion à Heyrieu), on ne savait rien de la terminaison du Pontien dans la Bresse ou dans le Bugey. C'est ce qui donne un grand intérêt d'ordre général à la coupe qui va suivre et qui va présenter un caractère de dépôt continental comme dans le département de l'Isère, mais d'une allure beaucoup plus tranquille et composé d'éléments locaux au lieu d'accuser un agent puissant de transport.

Ce dépôt débute par un travertin blanc avec veines ferrugineuses, concrétionnées, de trois mètres d'épaisseur. Il se continue par vingt-cinq mètres d'un tuf sableux jaune d'ocre vif entremêlé de quelques bancs irréguliers de travertin de même couleur ou de concrétions plus ferrugineuses. Ce qu'il y a surtout à signaler au

sein de cette masse, c'est vers le tiers supérieur un banc beaucoup plus régulier, de 80 centimètres d'épaisseur, composé de sable fin siliceux, et présentant tout-à-fait l'aspect des sables mollassiques qu'on rencontre dans la partie inférieure du Pontien, sous les lignites, par exemple à Priay, à Varambon, à Jujurieux (140 mètres d'épaisseur) (1). Le tuf jaune qui forme la plus grande partie de la masse est la seule couche de toute cette coupe qui présente des traces reconnaissables de fossiles (2). En dehors des tubulures, fort ordinaires dans ce genre de formation, j'y ai récolté quelques fragments de feuilles, la plupart de graminées, des débris d'*Helix* à large ombilic qui ne peuvent être attribués qu'au *Zonites Colonjoni* (v. *infra* à la 3^e coupe), et un beau moule presque intact d'*Helix delphinensis*, bien suffisamment reconnaissable au renflement très accentué de la partie inférieure de son dernier tour dans le voisinage de la bouche, et au profond sillon que laisse le péristome épaissi le long du bord columellaire et jusque dans l'ombilic.

Cette masse tufuse est surmontée par une nouvelle couche régulière de travertin compact, blanc, d'une épaisseur de 6 mètres. Ici nous rencontrons, très accentué, un trait déjà signalé dans les dépôts de la région : les lits naturels de ce travertin et les nombreuses fissures qui les recoupent, portent sur leurs surfaces des cannelures nettes et assez profondes qui sont manifestement dues à des frottements que les différentes pièces ont exercé les unes sur les autres (3). Au-dessus de ce travertin, le tuf sableux jaune reparait sur deux mètres seulement de hauteur; et est couronné par quatre mètres d'argile grise à fissures jaunes, où M. Depéret, dans la visite que nous avons faite ensemble, a reconnu les argiles typiques du Miorène. On se rappelle que dans la coupe du vallon du Gardon à Ambérieu, le dernier terme de la série pontienne, au-dessus même des tufs, était constitué également par des argiles présentant le même faciès.

(1) V. Les terrains tertiaires de la Bresse, p. 33, 39.

(2) J'avais trouvé en 1890, un moule extérieur d'*Helix*, vers le haut de la coupe, aux environs du point n° 11. Mais il était dans un bloc arraché du sol et je disais dès lors qu'il devait provenir du flanc inférieur du coteau. C'était un tuf très ferrugineux; il pouvait appartenir à la couche mentionnée au texte ou à une couche similaire. Quant à la détermination, on avait alors supposé que le fossile pouvait être très voisin de l'*Helix aquensis*; mais l'ombilic manquant, cette conjecture était incertaine, et vérification faite, il peut aussi bien se rapporter au *Zonites Colonjoni*.

(3) Des cannelures de ce genre existent déjà sur quelques bancs plus durs de la masse précédente.

Le relevé suivant résumera toute cette coupe jusqu'au point où nous sommes arrivés (v. aussi la fig. 9, p. 642).

10° Argile grise à fissures jaunes	4"
9° Tuf sableux jaune, pareil au n° 5.	2"
8° Travertin blanc à surfaces cannelées	6"
7° Tuf sableux jaune, pareil au n° 5.	8"
6° Sable siliceux, mollassique.	0-80
5° Tuf sableux jaune avec quelques veines plus dures (quelques fossiles)	10"
4° Travertin blanc avec veines ferrugineuses	3"
3° Argile ligniteuse	0-50
2° Argile grise à fissures jaunes, coquillière.	5" environ.
1° Lignites (au moulin de Douvres).	

La couche n° 2 à la croix St-Cristophe est environ à l'altitude de 280 mètres.

Au dessus des argiles grises, n° 10, le chemin, qui continue à monter, recoupe, sur une épaisseur de 20 mètres, une brèche à ciment exclusivement calcaire, jaunâtre ou plus souvent rouge, d'une dureté assez grande et d'un aspect sec. Les éléments de cette brèche, qui sont tous à angles vifs, très rugueux, très rudes au toucher, appartiennent pour la plupart au Bajocien, surtout au calcaire à Polypiers; je ne puis affirmer sûrement qu'elle contienne aucune roche bathonienne. Elle présente des blocs très gros (1/2 mètre cube) à surface très fraîche, qu'on pourrait croire en place, ou très peu dérangés de leur position d'origine. On n'y remarque plus de lits horizontaux ou inclinés à 15°; la stratification est tout-à-fait confuse; l'aspect général suggérerait plutôt l'idée de joints verticaux ou à peu près, mais sans régularité bien nette. Le contact avec la couche précédente, masqué par un buisson, ne peut pas être bien nettement établi. Il me paraît que la brèche n'est pas superposée simplement aux argiles auxquelles elle succède; mais que sur le talus même du chemin, elle descend plus bas qu'elles; c'est-à-dire qu'elle passerait par devant. Ce qui me confirme dans cette manière de voir, c'est que cette brèche paraît se continuer en descendant sur le flanc du coteau bien au-dessous du chemin qui la coupe. En cet endroit, le coteau cesse momentanément d'être cultivé en vignes; un petit bois occupe à peu près la largeur de la brèche et descend assez bas vers le village. Quoique les observations y soient difficiles, je crois être assuré que la brèche s'y continue, et que c'est la dureté de celle-ci qui a découragé le défrichement par les vigneron. D'ailleurs si l'on parcourt le sommet du mamelou que contourne le chemin

suivi jusqu'ici, et si l'on en redescend les pentes un peu en arrière du plan de la coupe, on retrouve les mêmes cailloux anguleux et rudes, presque partout rubéfiés, soit encore agglutinés par le ciment calcaire, soit simplement entourés d'une argile rouge remuée par la culture. Il me semble donc qu'il y a là un dépôt plus général, une sorte de calotte recouvrant tout le mamelon et s'étendant même encore assez loin le long du coteau dont il fait partie. Ce serait donc une formation postérieure aux couches étudiées jusqu'ici, et reposant sur elles en stratification discordante par transgression. Quant à son origine et à son âge, il en sera question plus loin. Je constate seulement ici, que cette brèche présente une identité complète avec les dépôts qu'on rencontre au pied des escarpements bajociens, par exemple à Chagnieu au-dessus du Tiret, commune d'Ambérieu. Là, mêmes cailloux ou blocs anguleux, même ciment calcaire rouge et très sec; même aspect rude; enfin, même difficulté à distinguer par places la brèche d'éboulis proprement dite, et la roche ancienne détachée par gros blocs et profondément fendillée en tous sens, soit par sa chute, soit par les actions atmosphériques. J'ajoute que dans les deux localités on retrouve encore, sur les cailloux ou sur leur ciment, les cannelures de glissement plusieurs fois signalées.

La coupe suivante, p. 642, donnera une idée exacte de la disposition des formations décrites jusqu'ici.

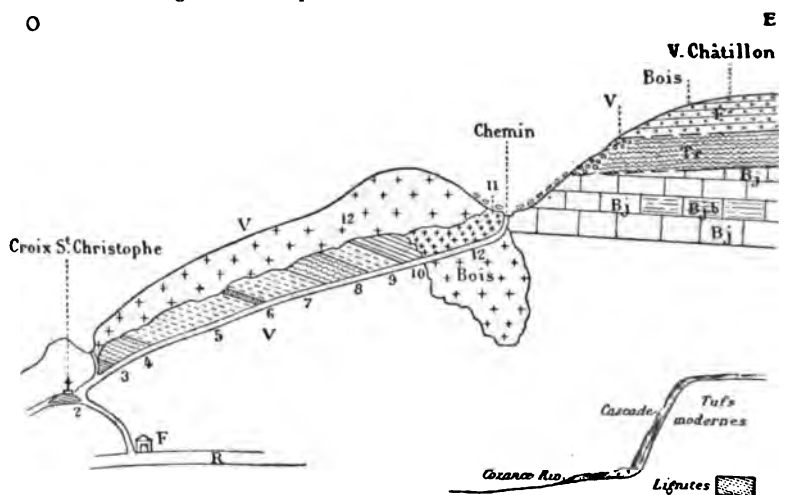
L'étude que nous venons de faire, nous a amenés jusqu'à la limite orientale de la terrasse tertiaire et nous a fait toucher le bord, un peu écrêté, de l'ancienne falaise jurassique. Mais, contrairement à ce que l'on observe dans le reste de la contrée, les formations tertiaires ne s'arrêtent pas ici au pied de la falaise. Des dépôts, plus anciens que tous ceux qui viennent d'être décrits, couronnent ici le plateau secondaire. Ce sont des travertins avec empreintes de végétaux, qui ont fait l'objet d'une communication antérieure (1). Je n'avais alors rencontré ces empreintes que dans les blocs isolés épars sur le sol; depuis ce moment, j'ai trouvé la couche en place et de nombreux blocs extraits du sol même, dans les travaux faits pour une vigne située tout à fait sur le plateau, au bord des pentes très raides qui dominant, à 100 m. de hauteur, le vallon de la Cozance; c'est la vigne Châtillon. Sur ce versant, on peut facilement constater que les travertins rouge-brique qui avaient été signalés comme accompagnant les couches à végétaux, passent en

(1) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 18, p. 337 et suiv.

réalité au-dessous de celles-ci et les séparent du bajocien en place. (V. Tr, fig. 9).

Je note, en passant, que les bancs bajociens de ce versant, constitués par le calcaire à polypiers, souvent siliceux, portent des cannelures longues et profondes, analogues à celles qui ont été plusieurs fois signalées ci-dessus et dont nous trouverons d'autres exemples encore. Ces cannelures tracées dans le sens horizontal des bancs se présentent, non seulement sur les parois verticales exposées aux frottements d'agents externes, mais aussi à la partie supérieure et à la partie inférieure des bancs. De sorte qu'il y a eu des glissements ici dans l'intérieur même de la masse.

Fig. 9. — Coupe du coteau au nord de Douvres.



F. Travertins à feuilles.

Tr. Travertins rouges.

Bj. Bajocien (calcaire à Polypiers).

Bj.b. Bajocien burliné.

1-10 correspondent aux numéros de la page 640.

11. Brèche à ciment rouge.

12. Brèche à ciment rouge et éboulis bajociens.

V. Vignes.

F. (du bas de la coupe) Four.

R. Rue du village de Douvres.

Les travertins rouges contiennent par places des galets de roches plus anciennes qui les font passer à l'état de conglomérats, notamment sur le versant occidental du plateau. Ces galets sont la plupart d'un âge plus récent que le Bajocien sur lequel ils reposent ; on reconnaît notamment des calcaires lithographiques du *Rauracien*, des couches à grosses pisolithes de l'*Astartien* et même des calcaires

ébournés appartenant au *Néocomien* supérieur. De très gros blocs, atteignant un mètre cube, éboulés sur ce flanc occidental jusqu'au bord du chemin, proviennent des mêmes étages. L'ensemble de ces travertins rouges a rappelé tout à fait à M. Depéret, qui a bien voulu les visiter avec moi, les couches récemment découvertes près de Crémieux (Isère) par M. le docteur Jacquemet, et dont l'âge est fixé par la présence de l'*Helix eurhabdota* contemporain de l'*Helix Ramondi*. Ils semblent donc aquitaniens.

D'autre part, notre très regretté confrère, M. de Saporta, qui, à deux reprises, a examiné les végétaux des travertins jaunes de la même localité, les rapporte en dernier lieu au même étage en les assimilant aux tufs de Brognon (Côte-d'or). Quoique j'aie récolté de très nombreux échantillons, la détermination des espèces présente une difficulté très grande à raison surtout de la conservation très imparfaite de la nervation fine des feuilles. Néanmoins, dans un premier envoi, M. de Saporta avait pu reconnaître en 1890, avec certitude, le *Cinnamomum Buchi* Heer, et, comme simplement probables, *Quercus elæna* Unger et *Laurus primigenia* Unger. Ces espèces faisaient reculer l'âge de cette flore très probablement jusqu'au Mayencien (1). A la suite d'un nouvel envoi d'échantillons plus nombreux, il m'écrivait, dans une lettre du 28 décembre 1894 (2) : « Je crois pouvoir affirmer la présence des deux espèces suivantes : *Cinnamomum Scheuchzeri* Heer, espèce très répandue dans le Miocène inférieur en Suisse et en Allemagne, et *Zizyphus paradisiaca* Heer ; cette espèce très caractéristique se rencontre dans l'Oligocène de Sotzka, en Styrie, et je l'ai également signalée dans les calcaires concrétionnés de Brognon (3). Elle caractérise également la flore des gypses d'Aix qui appartient à un niveau éocène très élevé. » Après avoir mentionné comme probables le *Laurus Lalages* Ung. et le *Laurus Tournalii* Sap. ; comme très douteux un *Sassafras*, sur lequel il préfère réserver son opinion, il conclut : « En résumé, la présence du *Cinnamomum Scheuchzeri* et du *Zizyphus paradisiaca* suffit pour nous indiquer un niveau miocène assez inférieur pour ne pas dépasser l'Aquitanien et atteindre tout au plus le Mayencien. C'est aussi à l'Aquitanien que je rapporte dans ma notice les tufs de Brognon, et les vôtres se rapportant à la même région, et possédant en com-

(1) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 18, p. 340.

(2) Je profite du retard inévitable apporté à la publication de ce mémoire pour utiliser les documents qui me sont parvenus depuis la réunion de Lyon.

(3) *B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. 23, p. 253.

mun avec Brognon une espèce caractéristique, doivent appartenir à peu près au même horizon. » Les relations stratigraphiques des travertins rouges et jaunes s'accorderaient très bien avec les conclusions des deux savants maîtres : les premiers seraient franchement aquitaniens; les seconds, probablement de la même époque, pourraient cependant être un peu plus récents.

Avant de quitter la région de Douvres, je veux signaler, pour être complet, un petit affleurement de tufs calcaires avec bithinies, au faubourg St-Pierre de Douvres, un peu au-dessus des anciennes galeries d'exploitation des lignites; et plus loin, au nord, dans le petit vallon qui monte vers Merland, un talus qui fait voir des marnes grises et blanches, empâtant des cailloux jurassiques de la région. Ce gisement, situé juste au pied des bois, doit se trouver exactement au contact des formations tertiaires avec la falaise jurassique (1).

III

Les documents qui me restent encore à produire doivent être cherchés maintenant au sud-est d'Ambérieu, la plupart dans les coteaux qui bordent immédiatement la rive droite de l'Albarine, aux alentours du village de St-Germain. Ces coteaux sont représentés dans la figure 10, prise dans une direction à peu près perpendiculaire à celle du vallon du Gardon, et commençant vers la gauche à ce ruisseau même.

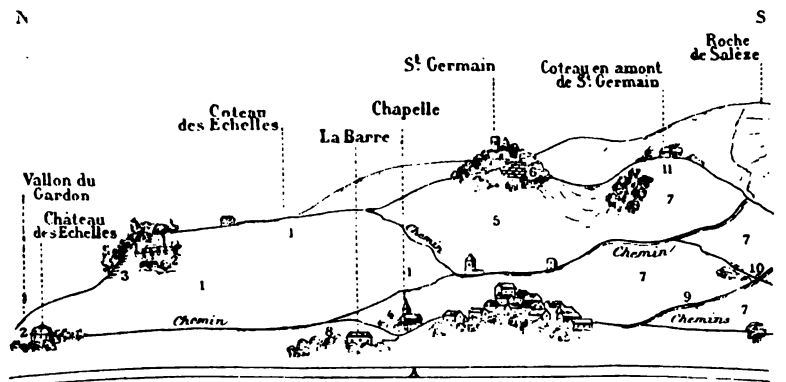
Ici encore nous trouvons trois mamelons successifs, ou plutôt trois coteaux élevés, puisque les deux derniers dominant de 200 mètres environ le fond de la vallée.

Le premier coteau, que l'on peut appeler *coteau des Echelles* à raison du château de ce nom qu'il porte à son extrémité septentrionale, montre presque uniquement, sur la face représentée à la figure 10, des dépôts glaciaires (fig. 10, n° 1), qui s'élèvent parfaitement caractérisés jusqu'à son arête supérieure avec boue glaciaire, cailloux striés, gros blocs également striés en tous sens, et quelques uns anguleux. Par places seulement, notamment devant l'entrée du château, et au-dessus des grangeons qui le dominent à l'est, on voit poindre des bancs de poudingues (fig. 10, n° 2), qui paraissent bien recouverts par le glaciaire et qui appartiendraient

(1) Il est visible à l'intersection du sentier allant de Douvres à Merland et d'un chemin de chars; sur la carte au $\frac{1}{80000}$ sous l'r du mot *Mollard*, à l'endroit où la faille recoupe le chemin sus-mentionné.

dès lors à l'époque immédiatement préglaciaire. Les rapports entre ces deux ordres de dépôts seraient les mêmes que dans la tranchée du chemin de fer à Sathonay (v. la course de la matinée du 22, p. 625). L'extrémité nord de cette colline est coupée nettement par une érosion ancienne du Gardon, au-dessus de la rive gauche de ce ruisseau ; et là, nous retrouvons dans l'escarpement que longe le chemin qui monte vers le château de St-Germain, les argiles grises de la rive droite (fig. 10, n° 3), avec des traces de lignite et

Fig. 10. — Coteaux de la rive droite de l'Albarine, en amont d'Ambérieu.



- | | |
|--|--|
| 1. Glaciaire. | 7. Tufs, marnes, conglomérats à cailloux burinés. |
| 2. Poudingues préglaciaires. | 8. Conglomérat à cailloux burinés. |
| 3. Argiles et tufs miocènes. | 9, 10. Gisement des <i>Zonites Colonjoni</i> , <i>Helix Delphinensis</i> , <i>Triptychia Terveri</i> . |
| 4. Sable molassique à <i>Helix Nayliesi</i> et <i>Triptychia Terveri</i> | 11. Lias. |
| 5. Éboulis bajociens. | A. Route d'Ambérieu à St-Rambert. |
| 6. Bajocien inférieur en place. | |

quelques bancs de tufs sableux. Ces couches, autant qu'on peut le voir sur la faible hauteur du découvert, semblent participer à l'inclinaison de 15° vers l'est déjà signalée chez leurs congénères. Elles sont recouvertes tantôt par le glaciaire à cailloux striés, tantôt par les alluvions qui l'accompagnent, agglutinées ou non en poudingues ; là, comme au Tiret, on voit des cailloux striés ayant pénétré jusqu'à 50 cent. dans les argiles.

A l'autre extrémité de cette colline, dans le petit vallon qui la sépare de la suivante, on retrouve une petite coupe des argiles grises avec fissures jaunes, devant la petite chapelle du village de St-Germain (fig. 10, n° 4).

Mais ce qui est plus intéressant, c'est qu'en ce même endroit on a fait, il y a trois ans, une profonde excavation pour construire un réservoir voûté, et que de cette excavation on a extrait un sable bleu mollassique, à la fois calcaire et siliceux, légèrement micacé, qui rappelle beaucoup celui de la culée du Pont de Priay, rive droite. Dans ce sable, j'ai trouvé des fragments assez considérables d'*Helix Nayliesi* Mich., bien reconnaissables à la sculpture particulière de leur test, et des sommets indéniables de *Triptychia Terveri*. L'âge pontien de cette colline se trouve donc bien établi. Au-dessous de ce gisement, devant l'entrée de la propriété de « La Barre », on rencontre une couche puissante, taillée à pic, du conglomérat à gros éléments et à ciment rouge qui sera décrit plus loin (fig. 10, n° 8).

Le second coteau, en remontant la vallée de l'Albarine, porte à son sommet les ruines de l'antique château féodal de St-Germain d'Ambérieu, et sur son flanc le village du même nom bâti en amphithéâtre. Cette colline a un faciès absolument différent de la précédente; il n'y a plus trace de glaciaire; elle est entièrement recouverte de haut en bas d'éboulis bajociens (fig. 10, n° 5), en fragments anguleux, dont la formation se continue encore de nos jours, grâce au lambeau de bajocien qui couronne encore son sommet et sur le pointement duquel est bâti le château (fig. 10, n° 6).

En cherchant bien, on peut trouver, sur le sol fouillé des vignes, des cailloux plus anciens analogues à ceux qui vont être signalés dans la colline suivante, et même quelques blocs de travertins avec feuilles, rappelant ceux de Douvres. Mais il est impossible de rien voir en place.

Le troisième coteau, que j'appellerai, faute de meilleure dénomination, le coteau en amont de St-Germain, présente encore un aspect tout à fait différent des deux premiers. L'ensemble de sa structure est essentiellement composé de tuf grenu, blanc ou jaunâtre, et de marne très calcaire, jaune, brune ou rouge, alternant ensemble en bancs enchevêtrés, et où je n'ai pu jusqu'ici constater une succession quelque peu régulière (fig. 10, n° 7).

Par places, et sans que l'on puisse non plus établir une régularité d'ensemble, les tufs ou les marnes contiennent de vastes amas de cailloux, généralement assez gros, qui les font passer à l'état de conglomérats. Ces tufs et ces marnes sont tellement durs qu'ils ont résisté aux agents atmosphériques et présentent une surface très unie, presque mathématiquement dressée suivant un même plan du haut en bas de ce coteau sur deux cents mètres environ d'épaisseur. Ils ont résisté également en maint endroit aux tentatives de

la culture et font tache, au milieu du riche vignoble qui les entoure, par leurs surfaces herbeuses ou couvertes de maigres arbrisseaux. Pour cette raison, il est difficile d'y relever des coupes un peu profondes ; on est réduit aux très modestes ressources qu'offrent deux chemins nouvellement tracés en écharpe sur son flanc, en montant du nord au sud, et un très mauvais sentier s'élevant en sens inverse, et, heureusement pour le géologue, plus sérieusement raviné par les eaux pluviales. Pour trouver une tranche un peu importante de ces formations, et explorer l'intérieur des couches, il est nécessaire d'aller rechercher à l'extrémité la plus proche de la colline des Echelles, le conglomérat de *La Barre* (fig. 10, n° 8), ou mieux encore de franchir la vallée de l'Albarine, large en cet endroit de 500 mètres à peine, pour retrouver en amont du village de Bettant, des couches tout à fait pareilles, qui ont été entaillées pour la route de Torcieu, sur un front de 300 m. de long et de 10 m. de hauteur en moyenne.

Cette localité (Bettant, route de Torcieu) m'a toujours fortement intrigué depuis vingt-cinq ans que je vais dans le pays, longtemps avant que je n'eusse pris la hardiesse d'aborder l'étude du tertiaire de la région. A première vue, on aurait pu se croire en présence d'un dépôt glaciaire, apporté par le petit glacier qui est supposé avoir occupé la vallée de l'Albarine pendant l'invasion générale des glaciers. Mélange de cailloux de toute grosseur avec des blocs assez gros confondus parmi eux ; marne ou argile emballant le tout et pouvant être considérée comme représentant une forme de la boue glaciaire lorsque les éléments qui la fournissent sont exclusivement calcaires ; cailloux chargés de nombreuses stries ; c'étaient des traits capables de faire sérieusement illusion (V. la planche XXII). Mais cette hypothèse n'a pas résisté à un examen plus attentif. Les cailloux ne portent pas proprement de ces stries fermes et droites qui inscrivent l'allure puissante, la marche raide et implacable du glacier. Ce sont plutôt des cannelures, profondes, à bord vifs, marchant en faisceaux larges et serrés, écrasant, laminant la surface, mais en épousant néanmoins les anfractuosités et les contours, souvent courbes ou brusquement déviées ; ou bien cessant tout d'un coup sur un ressaut brusque ou sur un trou profond, déchiqueté, où le corps, auteur de la ciselure, a dû tourner brusquement pour s'échapper par la tangente (V. les échantillons à la planche XXII). En un mot, le burinage apparaît clairement comme un fait individuel à chaque caillou, et non comme le résultat d'un mouvement général et uniforme de toute la masse ; les cailloux ont

été frottés les uns contre les autres, ils n'ont pas été rabotés sur des parois immobiles ou sur un gravier inerte (1). Ajoutons, pour donner la physionomie complète du phénomène, que sur ces roches, presque toutes lithographiques, le burinage est esquilleux, il a à chaque instant fait partir un petit éclat de la surface; quand un trou a été creusé le fond présente une série de pointes vives séparées par de petits creux, et lorsque, plus exceptionnellement, l'extrémité même du caillou a été enlevée, on y retrouve encore la même apparence déchiquetée. Les exemples de la planche XXII donneront une idée du phénomène.

Il faut ajouter que la marne jaune et rouge, très calcaire, qui existe dans les interstices de tous les cailloux, se présente en même temps par grandes poches où elle est à peu près pure, et se dérobe ainsi à la loi du mélange absolu et complet de tous les éléments qui forme un des caractères des dépôts glaciaires. Si l'on considère enfin que sur tout le flanc de la colline en face, à St-Germain, on trouve jusqu'à une hauteur de 200 mètres au-dessus de la vallée des cailloux tout à fait analogues, on conclura aisément que l'hypothèse de l'origine glaciaire n'est pas admissible ici.

Tout conduit donc à penser que le burinage des cailloux a eu lieu sur place, au sein même de la masse, dont ils faisaient partie. On sait que les roches les plus dures offrent toujours une certaine plasticité dont les effets sont souvent surprenants; ici, grâce à l'argile qui en baignait toutes les parties, ces bancs ont pu subir un véritable pétrissage qui suffit à expliquer les effets produits. Quant aux agents de ce burinage, ils ne sont pas difficiles à trouver, à supposer que deux calcaires durs ne puissent pas se rayer mutuellement sous une pression très forte. Quoique calcaires dans leur ensemble et dépourvus de tout élément alpin, ces conglomérats contiennent de nombreux débris de silex, provenant des *chailles* du bajocien et du bathonien. Il est facile d'en récolter plusieurs en quelques minutes, et la marne en renferme de nombreux fragments imperceptibles. Ces *chailles* affectent toujours une cassure anguleuse ou crénelée, qui explique parfaitement les cannelures parallèles que présentent les surfaces burinées. Je possède un échantillon où l'on voit le petit fragment de silex, profondément encastré à l'extrémité du coup de gouge qu'il a donné.

A ce burinage, qui est un phénomène spécial à la région, il faut

(1) M. Tardy a déjà signalé de pareilles stries de glissement en les distinguant des stries glaciaires, dans des gisements analogues : v. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 10, p. 77, et t. 15, p. 89.

ajouter un autre caractère beaucoup plus généralement répandu ; ce sont les impressions mutuelles que ces cailloux ont produites les uns sur les autres : on en rencontre à chaque pas, et elles sont aussi nombreuses que variées. Il semble que, du moins ici, la pression réciproque et le frottement sur place des surfaces en contact ne suffisent pas à expliquer ce phénomène. Car la pression et le frottement devraient user les deux surfaces l'une sur l'autre et détruire au moins toutes les aspérités. Au contraire, ici, bien souvent les deux surfaces en contact sont hérissées de petites pointes qui s'emboîtent assez exactement les unes à côté des autres. Une action chimique, opérant différemment sur les parties plus ou moins dures de la roche, paraît nécessaire pour expliquer ces faits ; elle semble indiquée d'ailleurs par un petit dépôt argileux, d'une argile grise, et non rouge comme la marne ambiante, qui accompagne la surface de contact. L'énergie de cette action chimique a pu d'ailleurs être accentuée par la pression des deux surfaces attaquées.

L'origine de la pression qui a provoqué ces frottements si puissants peut être encore aisément déterminée. Il suffit de se rappeler les mouvements considérables dont cette région a été le théâtre pendant la durée du Miocène et jusqu'après la fin de cette période. Le dernier soulèvement des Alpes en est le trait essentiel. Et, s'il est vrai que la cause du soulèvement des montagnes doit être cherchée surtout dans les pressions latérales de l'écorce terrestre, il est impossible de se refuser à admettre que ces pressions énormes ont dû venir par l'ouest de bien plus loin que le Bugey et se transmettre à travers les roches de cette contrée. C'est à cette cause, me semble-t-il, et au refoulement de tout ce qui avoisinait immédiatement les massifs alpins, qu'il faut attribuer l'inflexion des chaînes du Jura méridional vers l'est, à partir précisément du niveau d'Ambérieu, ainsi que l'ouverture de la cluse de l'Albarine et des cluses voisines à l'angle même d'inflexion de ces chaînes. Ce n'est donc pas la pression au point considéré qui fera défaut pour expliquer l'effet produit. Que faut-il de plus ? Il faut que ces massifs de cailloux existassent déjà à la place qu'ils occupent, pendant la période miocène, et qu'il y eût immédiatement sur leurs deux flancs des masses suffisantes pour leur transmettre les pressions exercées généralement sur tout le terrain. Cette dernière condition était manifestement réalisée du côté de l'est par les chaînes jurassiques auxquelles ces massifs sont adossés ; elle l'était aussi du côté de l'ouest, si l'on veut bien se rappeler que les terrasses

miocènes s'élevaient jusqu'à l'altitude de 380 m. environ et que, de l'aveu de tous les géologues, elles ne sont que le reste de vastes dépôts qui, probablement, ont rempli une grande partie de la cuvette bressane et ont subi plus tard des érosions considérables. On sait aussi que ces couches ont été en plusieurs points relevées jusqu'au delà de la verticale (1); et si, près d'Ambérieu, nous n'avons constaté que des inclinaisons de 15°, c'est peut-être précisément parce que les chaînes jurassiques ont cédé en s'infléchissant vers l'est. Cela ne prouverait pas que la pression n'ait pas été aussi forte que plus au nord; cela indiquerait seulement qu'elle a diminué après avoir produit un effet de déplacement. Et alors nous aurions deux mouvements en sens inverse au lieu d'un seul; ce qui expliquerait encore mieux les frottements multiples dont les conglomérats ont été le siège.

Il ne faut pas d'ailleurs oublier que chaque mouvement ne s'est très probablement pas produit en une fois, mais est le résultat d'une série de secousses peut-être très multipliées. Enfin nous avons constaté souvent dans cette étude que ces phénomènes de glissements sont absolument généraux dans la contrée, qu'ils affectent toutes les couches miocènes, et même d'autres auxquelles nous attribuerons un âge plus récent; que d'autre part ils ont aussi fait jouer entre eux les bancs du Bajocien ainsi qu'on l'a vu à Douvres sous la vigne Châtillon.

L'âge de ces conglomérats présentait aussi un problème difficile; car pendant longtemps je n'ai pu y trouver aucun fossile. M. Depéret, dans la journée qu'il a bien voulu me consacrer, a été frappé de leur analogie avec une série de conglomérats qui s'échelonnent plus au nord sur la limite orientale du plateau bressan (2), et avec ceux de la gare de Dijon, qui appartiennent à l'Oligocène, à l'Aquitainien (3). J'ajoute que j'ai constaté moi-même sur ceux de Ceyzériat (chemin de Vallière) les mêmes cannelures que sur ceux de Bettant et de St-Germain; et que le même phénomène est relevé

(1) V. *Les terrains tertiaires de la Bresse*, p. 35 et 295. « La cuvette bressane a été pour ainsi dire constamment en mouvement, depuis le début du tertiaire jusqu'après le Pliocène inférieur », p. 296.

(2) A Ceyzériat, Meillonas (près Treffort), Coligny, Couzance (près Cuisseaux), Vincelle (près Beaufort). V. la carte qui accompagne *Les terrains tertiaires de la Bresse*, et le texte, p. 18, 20, 43; v. aussi le mémoire de M. Tardy, *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 10, p. 73 et suiv., et t. 15, p. 89.

(3) V. *les terrains tertiaires de la Bresse*, *ibid.*

par M. Tardy pour d'autres gisements (1). M. Depéret estimait qu'à s'en rapporter à l'aspect extérieur, on pouvait espérer trouver dans ces couches l'*Helix Ramondi* Brong. caractéristique des couches de Dijon et de Coligny, ou l'*Helix curhabdota* Font., qui, à Crémieux, paraît se substituer au premier dans l'Aquitanien. Malgré les nouvelles recherches qu'il m'avait encouragé à faire, je n'ai pu trouver aucun fragment de fossile ni dans les conglomérats de Bettant, ni dans ceux de La Barre, placés à peu près au même niveau. C'est seulement dans la colline en amont de St-Germain que moyennant un long travail, j'ai pu enfin récolter des *Helix* et même en assez grand nombre. Je les ai trouvés pour la plupart à 60 mètres environ au-dessus du niveau de l'Albarine, c'est-à-dire à une altitude voisine de 310 à 320 (fig. 10, n° 9). Quelques-uns ont été rencontrés à l'altitude de 350 mètres environ (v. fig. 10, n° 10). Ils étaient dans une marne calcaire jaune, très dure quand elle est sèche, et ne pouvant guère s'entamer qu'à l'aide d'une broche et d'un marteau. Ce ne sont encore que des moules, et la plupart sont plus ou moins déformés par la pression. Il est néanmoins facile de constater que l'espèce prédominante présente un large ombilic qui, vu la taille de la coquille (3 à 3,5 cent.), la classe dans les *Zonites*. Dans l'hypothèse qui les ferait remonter à l'âge aquitanien, on ne pourrait les rapprocher que des *Archæzonites Haidingeri* Reuss., ou *subverticillus* Sandb. de Bavière. Mais, outre que ces fossiles n'ont jamais été signalés en France, une comparaison attentive montre que la forme de l'ombilic n'est pas la même et que le *Zonites Colonjoni* Mich., est la seule espèce à laquelle on puisse attribuer ces échantillons. Ce qui, à mes yeux, la caractérise nettement même sur les moules, c'est que, non seulement l'ombilic est très large par lui-même, presque cylindrique et laissant voir, quand il est dégagé, tous les tours de spire, mais encore qu'il est précédé d'un entonnoir profond et relativement peu évasé, découpé au centre du dernier tour, dessinant un angle très net vers le quart intérieur de la face inférieure, et se manifestant dans la forme de l'ouverture par un angle presque droit qui sépare du labre le bord columellaire, très allongé dans le sens axial (2). On peut vérifier facilement

(1) V. op. cit

(2) L'*Helix hæmispærica* Mich. de Rilly présente un entonnoir du même genre, et même encore plus accentué. Mais il ne produit pas d'angle entre le bord columellaire et le labre ; d'ailleurs l'ombilic, quoique très ouvert, n'est pas cylindrique, il diminue rapidement ; et la spire est bien plus élevée. V. DESHAYES, Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris, t. II, p. 798, pl. 50, fig. 43.

ces caractères sur les figures de Michaud (1) et de Sandberger (2). La coquille présente des stries d'accroissement assez fortes, mais peu régulières, qui sont très nettement reproduites sur les moules. Si cette détermination est exacte (et M. Depéret veut bien l'appuyer de la grande autorité que lui donne la vaste étude qu'il a faite des fossiles de ces terrains), une autre coquille que l'on trouve en moins grande abondance, serait l'*Helix delphinensis*, caractérisé, ici comme à Douvres, par le renflement de la partie inférieure de son dernier tour auprès de l'ouverture. Enfin, quelques fragments représentent le *Triptychia Terveri*. Deux ou trois moules d'*Helix* beaucoup plus petits (8 à 9mm) et un jeune Planorbe de 3 à 4mm ne peuvent encore être déterminés pour le moment.

Ces données paléontologiques classeraient dans le Pontien le coteau en amont de St-Germain, comme nous y avons déjà classé les tufs de l'Eperon de Vareilles et ceux de Douvres (3). Ces trois formations représenteraient la constitution tufeuse du miocène supérieur dans ses parties placées immédiatement en contact avec la falaise jurassique, et en arrière des terrasses plus marneuses qu'il présente un peu plus loin du pied des montagnes. Cette détermination d'âge paraîtrait, faute d'indications contraires, devoir s'étendre aux conglomérats de La Barre et de Bettant (route de Torcieu), quoiqu'il n'y ait pas à cet égard une certitude absolue, puisqu'il ne serait pas impossible que les parties inférieures de cette formation fussent d'un âge plus ancien que les parties supérieures.

On trouve des cailloux burinés jusque vers le haut du coteau en amont de Saint-Germain, dans le voisinage du pointement de sinémurien qui en occupe le sommet, c'est-à-dire jusque vers 450 mètres, près de 200 mètres au-dessus de la vallée. Les cannelures y paraissent peut-être un peu moins fréquentes et moins accentuées dans les cailloux de la surface; elles ont pu y être effacées en partie par les agents atmosphériques; mais dans les parties plus profondes, qui ont été amenées au jour par certains minages de vignes, j'en ai observé de très belles et très fortement marquées: il est possible d'ailleurs que dans les parties basses, sous la pression énorme de toute la masse supérieure, les frottements dus aux pressions laté-

(1) Description des coquilles fossiles des environs d'Hauterive, Drôme, 1^{re} fasc., 1855, pl. IV, fig. 2.

(2) Land und süßwasser Conchylien der Vorwelt, pl. 26, fig. 25.

(3) Il faut d'ailleurs remarquer que dans ces deux dernières localités les échantillons très défectueux de *Zonites Colonjoni* n'ont été déterminés que par leur ressemblance avec ceux de St-Germain.

rales aient produit des effets beaucoup plus énergiques que dans les parties hautes.

Ainsi que je l'ai déjà constaté, c'est sur les calcaires lithographiques ou à grain fin que les cannelures s'observent presque toujours. Ces calcaires proviennent de l'Oxfordien ou plus encore du Rauracien, quelquefois de terrains encore plus récents; ils sont de couleur claire et contrastent avec la teinte plus foncée et la structure grenue, spathique ou oolithique des roches bathoniennes et bajociennes; ils dominent de beaucoup dans les parties basses: à Bettant et à La Barre, ils constituent environ les 3/10 des conglomérats; au bas de la colline de Saint-Germain ils en représentent bien encore les 2/3; plus haut ils deviennent moins abondants, ils se réduisent à la moitié ou au tiers. Mais en même temps, il y a une autre disposition à noter dans cette colline. Sur son flanc, généralement de couleur claire, on remarque des zones verticales de terre rouge très foncée renfermant uniquement des cailloux du Bajocien (calcaire à Bryozoaires surtout), rouges eux-mêmes ou violacés. Les chemins indiqués ci-dessus (v. fig. 10, p. 645) recoupent au moins trois de ces zones rouges qui paraissent s'être déposées dans des ravinements superficiels de la masse générale de la colline.

Ajoutons enfin, pour que la description soit complète, que sur quelques points de la colline, notamment sur le chemin horizontal qui conduit de Saint-Germain aux Abbéanches, on rencontre des blocs de travertin très dur, contenant des empreintes de feuilles, comme les travertins aquitaniens de Douvres. Sont-ils du même âge? Les empreintes, très défectueuses, ne permettent pas de répondre, pour le moment du moins. En tout cas, ces travertins ne pourraient rien nous dire sur l'âge des tufs et des conglomérats, puisque rien ne prouve qu'ils soient contemporains, il y a même une grande présomption en sens contraire, attendu que j'ai trouvé un petit morceau de travertin zoné englobé très manifestement dans le conglomérat des parties hautes de la colline.

IV

Il reste une dernière question à examiner. C'est celle de la provenance de cette énorme quantité de cailloux fournis pour la plupart par des roches qui n'existent pas dans le voisinage immédiat de l'endroit où ils se trouvent. Des deux grands agents de transport connus, les glaciers ont été éliminés plus haut; les eaux courantes doivent aussi être écartées, par l'une des raisons qui aurait pu

tendre à faire admettre l'action glaciaire, le mélange des éléments de toute grosseur, gros blocs de 30 cent. de côté quelquefois, cailloux, sables plus ou moins fins, argile, marne et tuf. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la planche XXII, pour se convaincre, malgré son échelle très réduite, que ces éléments n'ont subi aucun triage, et qu'il n'y a dans la masse aucune apparence de stratification. Les quelques poches argileuses qui se manifestent sur la paroi taillée à pic, sous la forme de cavités voutées, ne dérogent même pas à cette observation générale ; car elles ne présentent aucune coordination. La même figure 4 fait aussi saisir, beaucoup moins qu'on ne peut le faire sur nature, le caractère anguleux des blocs et de la plupart des cailloux (v. aussi les échantillons du haut de la même planche). Sans doute, les angles sont très souvent un peu émoussés, les pointes sont quelque peu arrondies ; mais les aspérités, pour être adoucies, n'ont nullement disparu. Un charriage de quelques kilomètres aurait autrement poli les fragments, comme on peut s'en convaincre en examinant à quelques pas de là les galets de l'Albarine. Les frottements sur place, joints à une exposition prolongée aux actions atmosphériques, peuvent expliquer suffisamment l'état d'usure des cailloux.

Mais encore une fois comment sont-ils venus là ? Je ne vois qu'une seule explication possible ; je la donnerai simplement, dût-on la trouver trop hasardée. Nous sommes, je pense, en présence du talus d'éboulement de l'antique falaise jurassique. De même qu'à un ou deux kilomètres de nous, les abrupts de la cluse de l'Albarine fournissent incessamment de nouveaux débris qui s'accumulent à leur pied ; de même les anciens abrupts, rasés maintenant ou à peu près, ont dû fournir un immense talus de débris ; et, plus ces abrupts sont réduits maintenant, plus ils ont dû apporter un contingent considérable. Ce mode d'apport est le seul, en dehors du glacier, qui puisse laisser mélangés des éléments de toute grosseur. Voyez à quelques pas le vallon des Balmettes, voyez plutôt encore la grande *groise* (c'est le nom de ces éboulis dans le pays, *groise* ou *gravois*) qui se trouve sur la rive gauche de l'Albarine en face le pont d'aval de Torcieu. Ou bien mettez la tête à la portière de votre wagon depuis Tenay jusqu'à Rossillon. Vous trouvez les éléments les plus fins, des graviers, de la poussière presque, mélangés aux fragments de la grosseur du poing, de la tête, avec tous les intermédiaires ; vous rasez presque quelques gros blocs, d'un mètre cube et au-delà, qui ont roulé jusqu'au bas, mais vous en apercevez d'autres bien haut, suspendus sur la pente,

ou enchassés entièrement au milieu des éboulis. Ils attendent là depuis des siècles, et usent lentement leurs angles au contact de l'air ou au froissement des avalanches de pierres qui, à chaque printemps ou à chaque orage, battent leur surface avant de les recouvrir ou de les entraîner. Il n'y a pas jusqu'au tuf dont vous ne voyiez sous vos yeux la formation aux environs de la Burbanche et de Rossillon.

L'argile et les marnes peuvent n'avoir pas la même origine ; mais leur provenance n'est pas à chercher bien loin, puisqu'un lac a occupé au moins à l'époque miocène la dépression bressane et battu le pied de la falaise jurassique. Voyez encore entre Tenay et la Burbanche les lacs des Hôpitaux sous la surface desquels les talus d'éboulement plongent à perte de vue et demandez-vous ce qui se passe à leur pied. La simple réflexion vous montrera la vase du fond (ou le tuf qui peut la remplacer près des sources ou des ruisseaux affluents) baignant le bas du talus, s'insinuant dans les interstices des cailloux, recevant à la suite du moindre ébranlement, ou à la suite d'un fort orage, un gros paquet de graviers éboulé en masse des pentes supérieures, qui vient couvrir une partie du fond et s'y étaler en cône surbaissé. Vous obtiendrez ainsi par les causes les plus simples tous les phénomènes qu'il s'agit d'expliquer. L'argile elle-même, grise dans le milieu du lac, recevra, au contact des éboulements, le terreau jaune ou rouge, produit parmi les débris calcaires par suite d'une longue exposition à l'air, et prendra les couleurs vives, les teintes bariolées que nous avons constatées plus haut.

Mais j'ai forgé de mes propres mains une arme peut-être redoutable contre cette théorie, en constatant la présence, dans les conglomérats, d'une majorité de roches qui n'existent pas sur les sommets voisins. — Disons qui n'existent *plus*, et nous aurons renversé l'objection ; mieux que cela, nous aurons repris l'argument en notre faveur. En effet, si elles n'existent plus en haut, c'est précisément parce qu'elles sont tombées ; si elles ne menacent plus notre tête, c'est parce qu'elles gisent sous nos pieds. Voici un sommet (celui du coteau en amont de St-Germain), qui ne porte plus que du Lias ? Oui, mais il était surmonté autrefois de Bajocien, de Bathonien, d'Oxfordien, de Rauracien, même de Néocomien. Comment le prouvons-nous ? Parce qu'il existe à quelques centaines de mètres en arrière, la roche de Salèze, par exemple, qui dresse un immense escarpement bajocien, couronné par du Bathonien (voir fig. 10) ; parce que derrière elle, dans un pli synclinal pincé, vous

constatez du Callovien et de l'Oxfordien : parce que, à Douvres, par exemple, ou à Chagnieu, à moins de 500 mètres en arrière de la faille terminale du Jura, vous en observez une autre, qui place l'Oxfordien plus bas que le sommet du Bajocien, ou qui montre en contact (Douvres, chemin des Allymes) dans une prairie absolument tranquille, le Bathonien et le Rauracien. Comment supposer que ces roches si voisines n'auraient pas existé au bord de la falaise ? Et si, malgré l'énorme dénudation que nous touchons au doigt, le Rauracien subsiste encore aussi près, qui nous induit à croire qu'il n'a pas pu porter, même du Néocomien, puisque celui-ci se montre dans des chaînes encore plus extérieures, par exemple sur les bords du Suran, à Arturieux notamment ? Ajoutons que la bande étroite prise ainsi entre deux failles, a dû céder bien plus facilement au démantèlement.

Si cette explication est exacte, elle entraîne une conséquence logique inévitable, qui fournira un moyen de vérification. Les roches qui occupaient la position la plus élevée sur le sommet, doivent se trouver en dessous, à l'intérieur du talus d'éboulement, et les plus anciennes, tombées plus récemment, doivent les recouvrir. Car le démantèlement commence nécessairement par le haut, d'autant qu'en ce point la surface horizontale est exposée aux agents atmosphériques en même temps que la paroi verticale, et bien plus largement qu'elle. Néanmoins les débris des couches inférieures peuvent et doivent se mêler en certaine quantité à ceux des premières, puisque leur paroi verticale est découverte par hypothèse, et fournit par conséquent son contingent à l'action destructive.

Reprenons à cette lumière ce qui a été constaté dans les collines de Saint-Germain. A Bettant et à La Barre des coupures profondes nous font pénétrer en même temps à la base et à l'intérieur du massif ; nous voyons une grande prédominance des calcaires lithographiques qui sont surtout rauraciens et portlandiens, nous trouvons même du Néocomien. Sur le flanc de la colline de Saint-Germain, dans le bas, encore prédominance, un peu moindre, des roches jurassiques supérieures ; dans le haut, proportion de plus en plus grande des roches du Jurassique inférieur, bathoniennes, bajociennes, liasiennes même. Mais ces dernières ne recouvrent pas complètement les éboulis plus anciens. C'est qu'ici intervient l'érosion de l'Albarine qui a entamé le talus d'éboulement et enlevé son revêtement moderne. Peut-être même est-ce l'ouverture de la cluse qui a brusquement coupé la colline en deux, qui a rejeté jusqu'à

Bettant l'extrémité de son pied, et fait tomber toute la partie superficielle, entraînée ensuite par les eaux. Là est toute la différence entre cette colline d'amont et la colline même qui porte le village et le château de Saint-Germain; celle-ci n'a pas été rongée latéralement; ou bien, conservant encore au moment de la dénudation son couronnement bajocien (soubassement du château), elle a depuis reconstitué son manteau qui nous cache ses dessous, on ne les laisse apparaître (v. *supra*, p. 646) qu'en quelques points très rares. La colline d'amont conservait sans doute elle aussi un peu de Bajocien en place lors de son dépouillement. C'est ce qui me paraît révélé par les trainées de terre rouge à débris bajociens qui sillonnent son flanc : dans quelques ravins que les eaux avaient tracés sur ces pentes, ces mêmes eaux ont entraîné, à une époque un peu plus récente, les derniers éboulements des dernières roches du sommet. Une fois arrivée au Lias, principalement marneux, l'érosion ne devait guère plus laisser subsister de débris après quelques années d'exposition à l'air.

Une application de cette théorie semble devoir encore être faite pour expliquer l'origine de la brèche à ciment rouge qui a été signalée plus haut dans la coupe de Douvres (p. 640, et fig. 9, p. 642). Son identité complète avec les dépôts que l'on observe au pied des escarpements bajociens, à Chagnieu, par exemple, nous amènerait à croire qu'elle résulte du démantèlement d'un petit sommet bajocien, qui aurait été encore debout à l'époque du dépôt des couches pontiennes environnantes et qui, subissant après leur dépôt une lente érosion, les aurait presque entièrement recouvertes de ses débris.

A côté de ce point, le plateau qui porte les travertins à végétaux était déjà rasé jusqu'au Bajocien à l'époque aquitanienne. Placé entre deux failles très rapprochées, il s'est peut-être éboulé immédiatement à l'époque de ces cassures, et en tous cas il a dû nécessairement être attaqué plus énergiquement, et des deux côtés, par les agents atmosphériques. L'âge plus récent de la brèche à ciment rouge est d'ailleurs bien établi par ce fait que M. Depéret a trouvé au milieu de cette brèche un morceau des travertins à feuilles.

Une règle pratique se dégage enfin des explications qui viennent d'être données. C'est qu'il faut un accident particulier, généralement une érosion, quand ce n'est pas un mouvement géologique, pour que les talus d'éboulement anciens, les *groises* anciennes, puissent apparaître. Autrement elles sont normalement recouvertes par les éboulis plus modernes. Ainsi à Chagnieu, la brèche à ciment calcaire rouge, à laquelle nous avons comparé celle de Douvres, n'au-

rait pas vu le jour sans le petit ruisseau qui, par une cassure de la crête jurassique, descend en ce point de la montagne et qui a creusé son vallon dans les éboulis plus modernes. Il est à croire presque indubitablement que cette brèche continue jusqu'à Douvres, mais on ne la voit plus à cause du revêtement moderne qui la couvre. Cette observation assigne à ces brèches de Chagnieu et de Douvres, un âge ancien que, sans pouvoir le préciser plus, on peut placer dans le Pliocène ou dans le Quaternaire.

La règle qui vient d'être formulée permet d'appliquer la même explication d'origine aux conglomérats de Ceyzériat, de Sancier, de Coligny, de Couzance, etc. N'ayant vu que ceux de Ceyzériat, je ne puis être quelque peu affirmatif qu'en ce qui les concerne : c'est le torrent de Vallière, qui, en creusant son vallon, au dessous de la cascade qu'il forme dans le village, a mis à nu les conglomérats signalés en cet endroit. Pour les autres localités, je m'empare seulement d'une observation consignée par M. Tardy (1) relativement à tous les dépôts analogues. C'est qu'ils se trouvent au-dessous de vallées ou de cols taillés dans la crête jurassique et donnant la plupart passage à de petits torrents; mais la puissance de ces torrents est, dit-il, tout à fait insuffisante pour qu'on puisse lui attribuer l'apport des matériaux très considérables, et souvent trop volumineux, qui composent ces dépôts. Suivant moi, ces petits torrents actuellement existants ou ceux qui sont à sec maintenant, n'ont fait que déblayer le terrain; et débarrasser les conglomérats du manteau plus récent qui les couvrait. Quant aux conglomérats eux-mêmes, leur position près de la falaise jurassique me paraît, sauf meilleure observation, autoriser la supposition, qu'ils seraient dus aux éboulis de cette falaise, comme ceux de Saint-Germain et de Bettant. Peu importe, pour la légitimité de cette hypothèse, que les fossiles leur donnent une date plus ancienne. Cette date est celle où la nature y a mis la dernière main, où les eaux au milieu desquelles leurs marnes se déposaient se sont retirées. Eh! bien, le lac miocène a pu quitter plutôt Coligny, Meillonas, Ceyzériat que Saint-Germain; sans pour cela que le talus d'éboulement fût plus ancien en un endroit qu'en un autre. Plus exactement, le démantèlement de la falaise a dû nécessairement commencer dès l'époque où elle a été formée par la grande faille bressane, très probablement dès l'époque crélacée, et se continuer, à sec ou dans le lac

(1) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 15, p. 90. — Il finit par conclure à l'origine glaciaire de ces dépôts quoiqu'il ait nettement constaté la différence entre les cannelures des cailloux et les stries glaciaires.

tertiaire, jusqu'à l'arasement complet des sommets qui se trouvaient en bordure. La formation des cailloux s'étend donc sur une immense période; c'est seulement leur ensevelissement dans les limons ou les tufs que les fossiles nous permettent de dater.

Si ces explications pouvaient obtenir quelque crédit et paraissent susceptibles de s'appliquer à d'autres régions et à d'autres âges géologiques, elles fourniraient peut-être un appoint pour prévenir les abus possibles de la doctrine, si féconde d'ailleurs, de l'ancienne extension des glaciers, et pour débarrasser la science de quelques *faux glaciaires* qui l'encombraient inutilement.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXII

1. Photographie du conglomérat de St-Germain d'Ambérieu, prise à Bettant, route de Torcien.

2, 3^a, 3^b, 4, cailloux burinés de ce conglomérat. 3^b représente l'extrémité inférieure du caillou 3^a vue de face.

M. de Chaignon présente à la Société une *carte des environs de Condal*.

CARTE DES ENVIRONS DE CONDAL,

par **M. de CHAIGNON**.

M. le professeur Depéret m'ayant engagé à tenter un essai de carte géologique des environs de Condal, je présente le résultat de mes recherches, tout disposé à y renoncer, si je suis tombé à côté de la vérité.

J'ai pris pour base la coupe qui a été donnée par MM. Depéret et Delafond dans leur grand travail sur les terrains tertiaires de la Bresse et pour point de départ les sables exploités à St-Sulpice, et qu'on retrouve occupant les flancs des deux vallées du Solnan et du Sevron, et semblant offrir quatre bandes grossièrement parallèles.

Je n'ai pas indiqué sur la carte (voir fig. 11) les couches superficielles, qui masqueraient le tout, c'est-à-dire : Quaternaire, diluvium, limon plus ou moins ferrugineux, marnes grumeleuses, graviers à cailloux siliceux jurassiques, recouverts eux-mêmes par la terre végétale, mais uniquement ce que je crois être les couches



Fig. 11. — Carte géologique des environs de Condal

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Marnes de Cormoz. | 5. Sables de Condal-Montgardon. |
| 2. Sables de Varennes. | 6. Marnes du communal de Condal |
| 3. Marnes du Petit-Condal. | 7. Sables de St-Sulpice. |
| 4. Sables du Petit-Condal. | |

rangées par MM. Depéret et Delafond dans le Pliocène, en recherchant principalement dans les chemins creux, les fossés, le long des pentes. Dans bien des cas, les sources indiquent la ligne de contact présumable entre les sables et les marnes.

Comme première division, nous aurons à l'est : *Sables de St-Sulpice*, dont les principaux affleurements sont bien indiqués le long d'une ligne N.S. : Messaviange, Le Miroir, Sémont, St-Sulpice, Mailly, Argent, Villemotier; au-dessus, les marnes désignées comme : *Marnes du communal de Condal*, qui viennent s'atténuer d'une façon plus ou moins apparente, ou passer en dessous d'une deuxième ligne sableuse appelée : *Sables de Condal-Montgardon*. Les points principaux où on les rencontre sont : Les Essarts, La Verrière, Les Tillières, Dommartin, Villars-Putet, Villars-Chapelle, Condal, Montgardon, Niquedet, Villeneuve, Montout, La Charme, Piragoux, Grange-Bernoux.

Ces sables doivent plonger sous les alluvions modernes de la vallée du Solnan, et sont recouverts à leur tour par une troisième assise sableuse (peut-être avec intercalation marneuse peu épaisse, mais surtout peu visible), désignée : *Sables du Petit-Condal*.

Les points principaux où on les rencontre sont : La Fournaise, La Dourland, Chevalot, Chavannes, Charlanche, Petit-Condal, Haute Veillère, La Nicolière, Les Vernoux, Chamonal, La Bottière.

Ils supportent les marnes que j'appellerai également : *Marnes du Petit-Condal*, qui, à leur tour, sont recouvertes par une quatrième ligne sableuse, soit *Sables de Varennes*, qui affleure en bien des points sur le flanc est de la vallée du Sevron : Les Fausses, Tagiset, Tageat, Le Duc, Varennes, Grange du Pin, Grand Avignon, Malestière, Ste-Colombe, Montjuif, Le Molard, La Crose.

Cette quatrième ligne sableuse est moins bien dessinée que les trois autres, surtout au sud, où le Sevron, s'infléchissant à l'est, il faut peut-être rechercher sa continuité entre ce cours d'eau et le bief de Basses-Vavres, et l'interpréter comme ci-dessus.

De même entre Marboz et Villemotier, en passant par la Bottière, par exemple, La Griffonnière, Grange Cordée, ce n'est qu'une succession de petits vallonnements, où le tout s'enchevêtre tellement qu'il n'est plus guère possible d'établir une délimitation ou superposition des couches; les zones sableuses et marneuses sont confondues, ce n'est qu'avec toutes réserves qu'on peut les indiquer.

Cette quatrième ligne sableuse disparaît peut-être aussi, dans sa moitié nord, sous les alluvions modernes du fond de la vallée, ou se prolonge au delà, ce qui serait surtout vrai pour la partie sud, puisqu'elle a déjà franchi la vallée du Sevron.

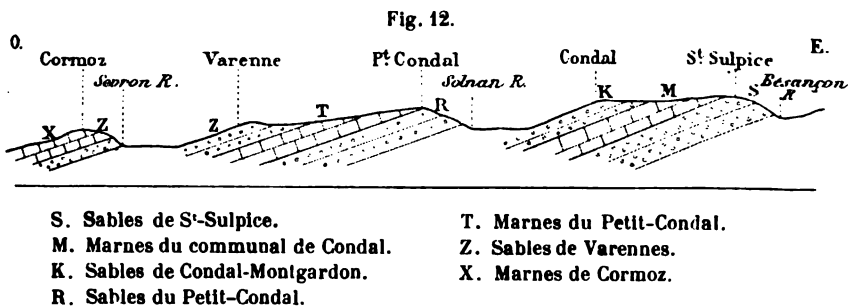
Ce serait alors la répétition de ce qui paraît exister dans la vallée du Solnan, il est plus difficile de s'en rendre compte que pour cette dernière. En tous cas, ces sables du flanc et de la vallée, qu'ils se prolongent ou non, doivent supporter les *Marnes de Cormoz* : se confondant avec quelques autres dépôts sableux le long de la rive gauche du Sevron : Cormoz, Le Bouchat, Bellanoiset, etc.

Cet ensemble de couches est donc d'autant plus récent qu'on va de l'est à l'ouest.

Il est bien entendu que les affleurements sableux ne se trouvent pas exclusivement englobés dans les bandes sableuses principales ; on en rencontre en quelques points dans les marnes, mais en général dans les endroits bas, où les marnes ont été enlevées par dénudation ; il semble même qu'ils occupent un niveau inférieur à celui de la bande sableuse correspondante, ce qui indiquerait bien une inclinaison des couches vers l'ouest, à moins qu'eux aussi n'aient participé à cette dénudation.

Sur trois points différents, entre autres au Petit-Condal, que j'ai eu le plaisir de montrer à M. Depéret, il y a superposition bien apparente, un troisième terme intervenant :

Les sables supérieurs, mais qui ne peut-être plus du Pliocène inférieur. En-dessous, sables blancs micacés avec concrétions calcaréo-gréseuses ; au-dessus, marnes ou argiles bleues avec ou sans fossiles et lignites ; et couronnant le tout : Sables supérieurs, beaucoup plus ferrugineux, moins micacés et surtout remplis de petits galets siliceux. On les rencontre également dans d'autres localités, mais la superposition n'est pas visible.



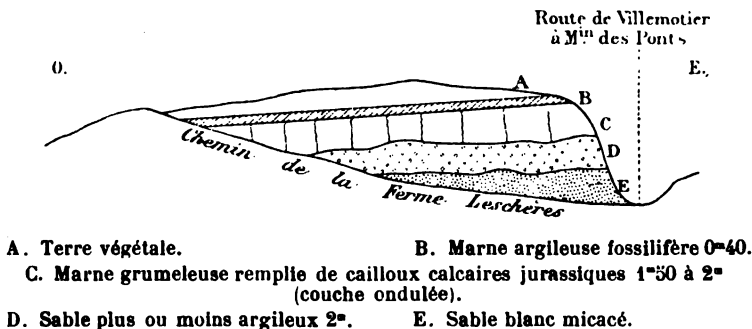
Il resterait à voir si la faune est la même dans toute cette épaisseur, ou si elle varie en se rajeunissant.

Je joins à cette note, une coupe E.-O. (fig. 12) allant à peu près en ligne droite de St-Sulpice à Cormoz, c'est la répétition de celle

de MM. Depéret et Delafond avec quelques modifications de détail.

Je donne également la coupe (fig. 13) d'un petit gisement que j'ai rencontré tout dernièrement et qui montre, une fois de plus, combien les marnes fossilifères sont quelquefois réduites, tant en surface qu'en épaisseur. A la ferme Leschères, au sud de Villemotier, elles reposent sur des marnes grumeleuses beaucoup plus épaisses, ce qui n'est pas le cas ordinaire, les marnes grumeleuses étant généralement à la surface; peut-être faut-il voir là le voisinage très rapproché de la montagne. Dans tous les cas, la couche fossilifère, argile grise, n'a pas 0,50 c. d'épaisseur, sur cent et quelques mètres dans les deux sens, elle occupe le sommet d'un petit mamelon, sur un des côtés du talus, elle est déjà plus mince, et en suivant le chemin qui redescend à l'ouest, à 150 mètres au delà de son point de jonction avec la grande route, on ne retrouve plus cette couche, mais bien les marnes grumeleuses d'abord, puis un peu plus loin les sables auxquels elles sont superposées.

Fig. 13.



Faut-il voir là le commencement de la couche marneuse fossilifère qui affleure sur un des talus de la route de Moulin des Ponts à Marboz, de l'autre côté de la vallée et à 700 ou 800 mètres de Moulins des Ponts?

Les fossiles principaux trouvés à Leschères consistent en débris d'*Unio atavus* et surtout deux exemplaires du *Melanopsis lanceolata*, variété *Trivortina*, espèce levantine qui n'était encore connue en Bresse que dans le niveau plus élevé des sables de Trévoux.

Je signalerai en passant la découverte que je viens de faire à Montgardon dans une sablière, que nous avons vue l'année dernière avec M. Depéret, d'une dent de *Mastodon arvernensis*, découverte qui complètera celle de gros ossements du même animal recueillis à

100 mètres de là, et entre deux, mais toujours dans la même couche sableuse, celle plus ancienne encore et mentionnée en 1883, d'ossements de Rhinocéros que M. Depéret croit être le *R. leptorhinus*.

Je ne veux pas terminer ce simple exposé, sans adresser à M. Depéret l'expression de mes bien sincères remerciements pour toutes les indications qu'il a bien voulu me donner touchant ce petit travail.

M. Depéret fait ressortir l'intérêt que présente l'étude détaillée faite par M. de Chaignon, des environs de Condal. La disposition des affleurements pliocènes en bandes étroites, parallèles à la bordure du Jura, ne peut s'expliquer dans une région plate comme la région à l'ouest de Saint-Amour que par un relèvement général du Pliocène inférieur contre la bordure jurassienne. Ce relèvement provient, soit d'un dernier contre-coup des mouvements alpins, soit, ce qui revient à peu près au même, de la continuation du mouvement d'affaissement dans le centre du grand synclinal pliocène de la Bresse.

M. David-Martin fait la communication suivante :

COMPARAISON DES TERRAINS FLUVIO-GLACIAIRES DE LA RÉGION DE LYON AVEC LES FORMATIONS SIMILAIRES DE LA VALLÉE DE LA DURANCE,

par M. DAVID-MARTIN.

Les graviers préglaciaires de Sathonay et de Caluire que la Société a explorés présentent, à part la nature et le volume des éléments, un faciès tout à fait analogue à celui des formations de même âge qui se remarquent sur de si grandes étendues dans la vallée de la Durance depuis le Crau d'Arles jusqu'à Mont-Dauphin, ainsi que sur nombre de points dans la vallée du Drac.

Ces masses caillouteuses de galets roulés montrent, sur les coupes si nettes que le ravinement ou les travaux publics y ont déterminées, les caractères suivants :

1° Les masses de graviers semblent homogènes au premier aspect; toutefois une légère différence dans la grosseur des galets permet de constater une pente générale uniforme, se poursuivant

sur de grandes étendues, en demeurant parallèle au thalweg général de la vallée.

2° Dans nos explorations nombreuses nous n'avons constaté l'existence de couches inclinées d'une manière bien nette que sur deux points dans la vallée de la Durance : aux Bons-Enfants et à Volonne, à l'aval de Sisteron. Et sur ces deux points, l'inclinaison brusque de 30 à 45° porte sur des couches peu étendues, et se trouve comme justifiée par un seuil rocheux faisant une saillie de quelques mètres dans l'épaisseur du poudingue.

3° Nulle part dans ces alluvions préglaciaires nous n'avons constaté l'existence de couches ou même de lentilles de limon, et le sable lui-même n'y forme que de très rares et minuscules lentilles.

4° Elles sont cimentées en poudingue vers leur surface sur une épaisseur plus ou moins grande et cela assez solidement pour que l'érosion ait pu y déterminer la formation de grottes. Il arrive même quelquefois que plusieurs assises concrétionnées se trouvent séparées les unes des autres par des couches qui ne le sont pas ou très peu.

5° La consolidation de ces graviers s'est trouvée assez énergique pour résister à l'action érosive des glaciers quaternaires ; aussi sur une foule de points en amont de Sisteron, la partie du poudingue, en contact avec les dépôts morainiques, offre une surface polie et burinée avec vallonnements fort remarquables. On dirait un marbre coupé à la scie, puis poli et strié. Tous les galets : calcaires, schistes, roches cristallines, quartzites, euphotides et variolites même sont nettement coupés et polis. C'est tout au plus si ces derniers, dont la dureté est si grande, font une petite saillie sur la surface générale des roches plus tendres et du ciment calcaire qui les englobe.

Ces caractères, et quelques autres, que nous n'avons pas à donner, sont suffisants pour permettre de considérer les alluvions des terrasses caillouteuses de la Durance, comme déposées par les cours d'eau considérables qui ont précédé les glaciers quaternaires.

Et quoique nous n'ayons pu constater sur les alluvions de Caluire les stries glaciaires, nous n'hésitons pas à les considérer, avec M. Depéret, comme préglaciaires (1).

(1) Depuis l'impression de cette note, nous avons constaté que les poudingues quaternaires d'Embrun, à surface striée par les glaciers, portent sur des formations inclinées à blocs anguleux, et M. Penck y a également découvert des moraines interstratifiées. Les *Alluvions anciennes* ne sont donc que des cônes de déjections subordonnés aux Glaciers quaternaires.

ALLUVIONS TORRENTIELLES DE SAINT-FONS, PRÈS LYON

Les alluvions torrentielles de St-Fons nous ont offert des caractères bien différents de celles de Caluire, et ne nous paraissent ni de même âge ni de même formation.

Ces alluvions, ainsi que nous l'a si bien montré M. Depéret, portent sur la molasse miocène et sont recouvertes par des apports morainiques à boue glaciaire et à galets striés.

Sur la belle coupe que présente une chambre d'emprunt, faite dans ces graviers, se voient un grand nombre de couches assez courtes, irrégulières, inclinées dans divers sens sous des angles qui varient depuis l'horizontale jusqu'à 30 degrés et plus ; ces couches sont formées tantôt de graviers de diverses grosseurs, tantôt de menus graviers, de sables ou même de limon. De plus, les éléments lithologiques sont différents en général et nous ont paru moins cimentés que ceux de Caluire.

Nous ne saurions donc considérer ces dépôts comme l'équivalent des dépôts préglaciaires de la Durance et de Caluire. Nous ne nous arrêterons pas à l'hypothèse qui les ferait prendre pour un dépôt formé en avant du glacier par un cours d'eau émissaire.

D'autre part, si les alluvions inclinées ou torrentielles de Saint-Fons étaient classées simplement comme un apport torrentiel, il faudrait alors distinguer dans la plupart des moraines, même les plus typiques, soit latérales, soit frontales, *les parties torrentielles des parties qui ont mieux gardé la boue glaciaire et les galets striés.*

Si nous ne citons à l'appui de notre manière de voir que le cas des moraines actuelles des glaciers du Pelvoux, comme celles des glaciers du Casset, d'Arsine, du Blanc, du Noir, etc., qui n'ont pas de boue glaciaire et peu de galets striés, on pourrait nous objecter une exception locale justifiée par la nature à peu près homogène des roches cristallines de ces massifs, ou la brièveté de leurs glaciers.

Mais il y a mieux et nous pouvons prétendre que les moraines quaternaires du Gapençais et du haut Drac présentent, non pas dans leur plus grande masse, mais sur leur plus grande étendue, des couches torrentielles si nombreuses qu'on peut dire que les dépôts analogues à ceux de St-Fons y sont, non pas l'exception, mais presque la règle, et cela dans tous les bourrelets qui constituent sur les pentes latérales des vallées, les paysages morainiques les plus caractéristiques.

Et certes, l'action du ruissellement, la nudité du terrain, qu'entretient le climat provençal, sans compter les tranchées de routes,

de canaux, révèlent trop à souhait sur des milliers de points, la structure intérieure des moraines pour que le doute soit possible pour nous.

En serait-il autrement pour les dépôts des environs de Lyon ? Cela nous semblerait peu justifié. Car les vraies moraines proviennent toujours du dépôt des matériaux que portent les glaciers, soit à leur surface, soit dans leur intérieur. Or, ces matériaux ne deviennent libres que par la fusion du glacier, et se trouvent dès ce moment livrés aux eaux du ruissellement qui emportent, suivant leur puissance, des éléments plus ou moins volumineux, qu'ils roulent et arrondissent.

Au printemps, les glaciers dominant en général leurs moraines latérales et frontales et les cascates, comme les cours d'eau superficiels, forment sur les bords du glacier de vrais dépôts torrentiels que peuvent recouvrir des dépôts morainiques plus ou moins typiques dans les phases du gonflement.

Dans tous les cas la boue glaciaire n'a pu se déposer que dans les parties où les eaux de fusion formaient des nappes tranquilles, n'ayant qu'un écoulement difficile, c'est-à-dire dans certains fonds de glaciers, dans certains vallons latéraux ou même sur les bords, suivant mille dispositions favorables des lieux et des circonstances et cela surtout au printemps, au moment où le glacier, soudé par la gelée à ses bords, commençait à fondre à la surface.

Nous sommes donc convaincu que le cailloutis de Saint-Fons, en relation intime avec le glaciaire, devrait être considéré comme un cône de déjection morainique et non comme un reste d'un dépôt torrentiel qui aurait recombé la vallée du Rhône avant l'arrivée des glaciers quaternaires.

La séance est levée à 10 heures.

Séance du Vendredi 24 Août, à Bollène

PRÉSIDENT DE M. DEPÉRET

La séance est ouverte à 8 h. 1/2 du soir, dans une salle de l'Hôtel de la Poste, à Bollène.

Par suite de présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. l'abbé **Bérout**, curé de Mionnay (Ain);

Vaffier, docteur en médecine à Chânes (Saône-et-Loire);

Carry, docteur en médecine, rue Bât-d'Argent, à Lyon, présentés par MM. Depéret et Riche.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU JEUDI 23 AOUT DANS LA VALLÉE DE SAINT-FERRÉOL, PRÈS BOLLÈNE,

par M. **DEPÉRET**

(Pl. XIX).

Partie de Lyon à sept heures du matin, la Société est arrivée vers midi à Bollène, où elle a été rejointe par plusieurs membres venus du Midi. Après le déjeuner on est monté en voiture pour aller étudier, dans les environs de la Chapelle-St-Ferréol, les *Couches à Congéries*, découvertes en 1871 par M. Mayer-Eymar. Cette région est l'un des points de la vallée du Rhône où l'on peut le plus clairement observer la discordance de cet horizon à Congéries, par rapport au Miocène, et ses relations avec les marnes pliocènes marines qui occupent le fond de toutes les vallées des environs de Bollène. Le gisement découvert par M. Mayer, ou gisement de Guftiage, se trouve à quelques centaines de mètres au sud de la Chapelle St-Ferréol, en un point où l'on voit se creuser dans les grès Turoniens à *Am. Requièni*, *Cucullæa Matheroni*, etc., une sorte d'anse, dont les pentes sont tapissées par un revêtement en partie enlevé par l'érosion, de marnes blanchâtres, contenant la faune suivante :

<i>Congerina subcarinata</i> Desh. var.	<i>L. semisulcatum</i> Rousseau, var. <i>mag-</i>
<i>rhodanica</i> Font.	<i>dalenensis</i> Font.
<i>Cong. simplex</i> Barbot.	<i>L. diversum</i> Mayer.
<i>Cong. af. amygdaloides</i> Dunk. var.	<i>L. prætenue</i> May.
<i>græcata</i> Font.	<i>L. Partsch</i> Mayer.
<i>C. dubia</i> Mayer.	<i>L. subtile</i> Mayer.
<i>C. latiuscula</i> Mayer.	<i>Melania Tournoueri</i> Fuchs var. <i>fer-</i>
<i>Limnocardium bollenense</i> Mayer.	<i>reolensis</i> Font.
<i>L. Gourieffi</i> Desh. var. <i>ferreolensis</i>	<i>Melanopsis Matheroni</i> Mayer.
Font.	<i>Hydrobia congermana</i> Font.
<i>L. lectocis</i> Font.	<i>Neritina micans</i> Gaudry et Fisch.
<i>L. cf. macrodon</i> Desh.	var. <i>bollenensis</i> Font.

Cette faune constitue une association d'espèces saumâtres de faciès Caspique et présentant de très grandes analogies spécifiques, ainsi que cela a été établi par Fontannes, avec la faune des couches à Congéries de l'Italie et de la Roumanie, mais non pas avec celle des couches à *Congerina subglobosa* du bassin de Vienne ; ces dernières n'ont à peu près aucune espèce commune avec les couches à Congéries de Bollène et sont d'âge sensiblement plus ancien.

Au point de vue stratigraphique, il est facile de constater qu'il

existe entre le Miocène marin qui se montre sur le flanc nord de la vallée de St-Ferreol formant les escarpements de la colline de Chabrière, une discordance absolue. Les couches à Congéries se montrent au fond de la vallée tout à fait en contrebas de la base même du miocène marin (Burdigalien) ; en certains points les marnes à Congéries entourent des blocs volumineux de grès sénoniens et de mollasse gréseuse à *Scutella paulensis*, témoignant de la dénudation profonde qu'avait subie le miocène dans toute son épaisseur, avant le dépôt des couches à Congéries.

Le Pliocène marin (Plaisancien) qui occupe le centre de la vallée de St-Ferréol, affecte au contraire avec les couches à Congéries d'étroites relations stratigraphiques. La superposition du Pliocène marin n'est pas directement accessible en ce point à l'observation ; mais en s'éloignant un peu du rivage de l'ancienne anse pliocène de Guffiage, on recueille dans les champs des débris de Mollusques plaisanciens, comme *Venus islandicoides*, *Venus multilamella*, *Turritella subangulata*, etc., qui proviennent évidemment de couches pliocènes occupant le centre du synclinal que forment les couches à Congéries dans la vallée de St-Ferréol.

En continuant de suivre vers l'est, sur quelques centaines de mètres, le bord de l'ancienne falaise turonienne, la Société a observé, toujours appliqué contre les grès crétacés, un bel affleurement de marnes plaisanciennes, contenant une riche faune marine :

Turritella subangulata Brocchi.
T. aspera Sismonda.
T. rhodanica Font.
Clanculus corallinus Gm.
Fossarus costatus Broc.
Fusus praeostratus Font.
Nassa semistriata Brocchi.
Nassa serraticosta Bronn.
Polia fusulus Brocchi.
Cerithium vagatum Brug.

Cerithium scabrum Olivi.
Alvania venus d'Orb.
Vermetus arenarius Lamk.
Dentalium delphinense Font.
Barbatia lactea Lin.
Arca noë Lin.
Arca diluvii Lam.
Chama gryphoides Lin.
 etc.

On y trouve également des polypiers identiques à ceux du gisement de la Madeleine (*Faciès à Polypiers de St-Restitut* Fontannes) et un certain nombre de valves de *Congerina subcarinata* qui doivent être considérées ici comme un véritable résidu de la faune des couches à Congéries, ayant continué de vivre dans le fond des anses peu profondes, et peut-être un peu saumâtres de la mer plaisancienne. Cette observation intéressante confirme encore la liaison intime des couches à Congéries et des marnes plaisanciennes.

Traversant ensuite la vallée de St-Ferréol pour aller étudier le

côté nord du synclinal pliocène dans la direction des collines de St-Restitut, la Société a observé à quelques centaines de mètres au N.-E. du château de Chabrières un 2^e gisement de couches à *Congerina subcarinata* et *Linnocardium bollenense* placé dans la même situation stratigraphique que celui de Guiffage (*gisement dit de St-Restitut*).

A peu de distance de ce gisement, la base des collines de St-Restitut montre un lambeau de sables blancs siliceux, avec lits irréguliers de quartzites, appartenant à la formation des *Sables et Argiles bigarrés* de l'Eocène inférieur dont il sera plus facile d'observer le lendemain à St-Paul-Trois-Châteaux le magnifique développement. Sur ces sables on voit ici reposer en discordance et avec des phénomènes de ravinement très nets, le conglomérat grossier à galets surtout siliceux, avec patine verdâtre, si fréquent à la base du Burdigalien marin dans toute la vallée du Rhône. Des valves de Balanes encore fixées sur d'énormes blocs de quartzites empruntés aux sables bigarrés, indique en ce point l'emplacement d'un rivage miocène tout à fait évident. La Planche n° XIX donne une idée de ce phénomène de contact si facilement accessible à l'observation.

Continuant de suivre ensuite vers le nord-est le pied de la colline miocène, la Société a atteint le magnifique gisement de marnes plaisanciennes dit de la *Rouveyrette*; en ce point les marnes pliocènes marines dominent une anse appliquée directement contre une falaise abrupte de mollasse sablo-gréseuse à *Pecten Davidi* qui présente de magnifiques surfaces perforées par les Lithophages et tapissées encore de Balanes et de valves d'*Hinnites* et de *Spondyles*. La discordance du Pliocène et du Miocène marin y est aussi remarquable que possible. Les marnes de la Rouveyrette contiennent une riche faune où les petits Polypiers se font remarquer par leur abondance extraordinaire. Les argiles pliocènes sont très fines sans aucun indice d'éléments grossiers ni de conglomérats de rivage. C'est un faciès particulier que Fontannes a désigné sous le nom d'argiles grises à Polypiers de St-Restitut. Ce savant géologue a donné une liste complète de ce gisement à laquelle je renverrai le lecteur (1).

Je me bornerai à mentionner la fréquence exceptionnelle de quelques espèces comme *Barbatia lactea*, *B. barbata*, *B. acanthis* et des *Ostrea cochlear* et *O. Hörnesi*.

(1) FONTANNES. Les mollusques plioc. de la vallée du Rhône et du Roussillon. Vol. II, p. 261.

On s'est élevé ensuite par la grande route qui mène à St-Restitut pour étudier la composition des assises inférieures du miocène marin.

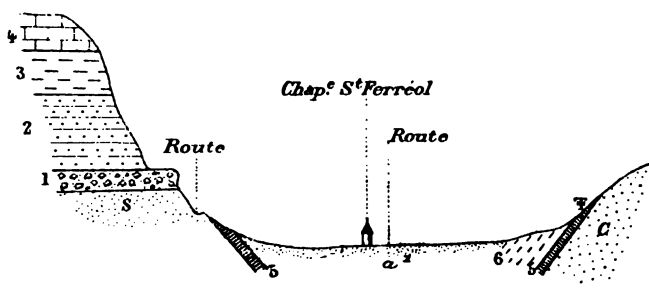
Au dessus du conglomérat de base, indiqué plus haut sur la surface des sables bigarrés, le *premier étage méditerranéen* (Burdigalien) comprend : 1^o une assise de 30 à 40 m. de sables grossiers verdâtres, le plus souvent consolidée en une sorte de grès friable, et contenant une faune spéciale où dominent les *Echinides* et les *Pectinidés*.

Pecten Davidi Font.
P. justianus Font.
P. pavonaceus Font.
P. paulensis Font.
P. ventilabrum Goldf.
Lima squamosa Lamk

Anomia costata Brocchi.
Ostrea virginiana Mayer (= *crassissima* de petite taille).
Scutella paulensis Ag.
Echinolampas scutiformis Leske.

Ces espèces de *Pectinidés* sont pour la plupart spéciales à ce niveau inférieur du Miocène marin, et caractérisent ainsi, dans le Burdigalien, une première zone paléontologique des plus nettes qui répond stratigraphiquement à une première phase de transgression encore peu accentuée de la mer miocène dans la vallée du Rhône. La présence de cette assise n'est pas en effet connue jusqu'ici plus au nord que la vallée de la Drôme.

Fig. 14. — Coupe transverse de la vallée de St-Ferréol.



- | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|----------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------|--|----------------------|--|
| C. Grès turontens. | S. Sables et argiles bigarrés (Eocène inférieur). | | | | | | | | |
| Burdigalien . | <table border="0"> <tr> <td>1 Conglomérat.</td> <td>5. Couches à congéries.</td> </tr> <tr> <td>2 Sables à <i>Pecten Davidi</i>.</td> <td>6. Marnes plaisanciennes.</td> </tr> <tr> <td>3 Mollasse marneuse.</td> <td>a¹ Alluvions de la vallée.</td> </tr> <tr> <td>4 Mollasse calcaire.</td> <td></td> </tr> </table> | 1 Conglomérat. | 5. Couches à congéries. | 2 Sables à <i>Pecten Davidi</i> . | 6. Marnes plaisanciennes. | 3 Mollasse marneuse. | a ¹ Alluvions de la vallée. | 4 Mollasse calcaire. | |
| 1 Conglomérat. | 5. Couches à congéries. | | | | | | | | |
| 2 Sables à <i>Pecten Davidi</i> . | 6. Marnes plaisanciennes. | | | | | | | | |
| 3 Mollasse marneuse. | a ¹ Alluvions de la vallée. | | | | | | | | |
| 4 Mollasse calcaire. | | | | | | | | | |

2^o Les sables à *Pecten Davidi* passent progressivement à leur partie supérieure à des couches plus marneuses dans lesquelles

apparaît une nouvelle faune de *Pectinidés*; c'est la mollasse marneuse à *Pecten præscabriusculus* Font. qui, en se chargeant de plus en plus de calcaire, devient peu à peu la pierre tendre ou mollasse calcaire, qui forme l'entablement supérieur de la colline de St-Restitut.

Les espèces les plus fréquentes de la mollasse marno-calcaire (Burdigalien supérieur) sont les suivantes :

Pecten præscabriusculus Font.

P. subbenedictus Font.

P. subholgeri Font.

P. restitutus Font.

P. Tournali de Serres.

Echinolampas hemisphæricus Ag.

Ech. scutiformis Leske.

Spatangus delphinus Deffr.

Clypeaster Scillæ Desor (Montségur).

Cidaris avenionensis Desm.

et toute une faune de Gastropodes et de Lamellibranches malheureusement à l'état de moules peu déterminables.

La Société a parfaitement observé sur les talus de la route de St-Restitut la superposition de la mollasse marneuse sur la mollasse sableuse, mais elle n'a pas eu le temps d'aller étudier sur le plateau même les anciennes exploitations de la mollasse calcaire à *Pecten subholgeri*, qu'elle retrouvera le lendemain dans les carrières de St-Paul.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU VENDREDI 24 AOÛT, A BARRI, ST-PAUL-TROIS-CHATEAUX ET LA GARDE ADHÉMAR,

par M. **DEPÉRET**.

(Pl. XVIII et XX).

Le matin, des voitures ont transporté rapidement la Société au village de St-Pierre de Cénos, où se montre, au pied de la colline crétacée et miocène de Barri, un lambeau de Pliocène plaqué contre les calcaires turoniens. Les couches les plus inférieures de ce Pliocène que l'on observe, d'une façon il est vrai fort défectueuse dans la berge du petit ravin qui passe près de la Grange Lafond à droite du sentier de Barri, sont les marnes grisâtres plaisanciennes dans lesquelles on peut recueillir quelques débris de fossiles caractéristiques, comme *Cerithium vulgatum*, *Turritella subangulata*, *Arca diluvii*, *Venus verrucosa*, etc. Plus haut se montrent des sables jaunâtres grossiers entaillés par une sablière derrière la Grange Lafond et contenant un banc important d'Huitres connues depuis fort longtemps sous le nom d'Huitres du Barri. L'espèce la plus abondante

de beaucoup est l'*Ostrea barriensis* Font. en compagnie de laquelle on trouve plus rarement *O. cucullata* Born., *O. Hornesi* Reuss et quelques Pectinidés tels que *Pecten latissimus* Brocchi, *P. pesfelis* Lamk., *P. pusio* L. ainsi que de nombreuses Balanes. Il s'agit là d'un dépôt extrêmement littoral du sommet du Pliocène marin ; on observe en effet des blocs volumineux empruntés surtout à la mollasse sableuse ou calcaire du Miocène marin, qui formait en ce point une véritable falaise au-dessus des eaux de la mer pliocène. L'inclinaison assez prononcée des sables à Huîtres dans la direction de la plaine peut parfaitement être attribuée à l'inclinaison normale d'un dépôt de plage ou de falaise.

L'intérêt principal de cette coupe, qui a été publiée par Fontannes (1) avec tous les détails nécessaires à sa parfaite clarté, consiste dans l'indication donnée par Fontannes de la présence de quelques rares spécimens de *Congéries* (*C. simplex*, *C. dubia*) et de *Limnocardium* (*L. Partschi*), que le savant géologue lyonnais avait découverts, après des recherches minutieuses, dans des marnes blanchâtres feuilletées qui entourent les blocs éboulés à la partie tout à fait supérieure des sables. Ces espèces caspiques sont, il est vrai, extrêmement rares et difficiles à découvrir ; je n'ai pu pour ma part réussir à retrouver les *Congéries* signalées par Fontannes. Mais le témoignage de ce savant et les détails si précis qu'il donne sur la situation de ces marnes à *Congéries* de St-Pierre-de-Cénos et du Mont des Pins, près de la chapelle St-Ariès (qui occupent exactement la même position stratigraphique au-dessus des sables à *Ostrea barriensis*), ne permettent de concevoir aucun doute sur la réalité de leur présence en ce point. J'insiste à dessein sur ce fait, qui explique d'une manière définitive et justifie jusqu'à un certain point les longues hésitations de Fontannes relativement à la place des couches à *Congéries* dans la série pliocène du bassin du Rhône. Pendant de longues années, et en particulier à l'époque de la publication de ses deux mémoires sur le bassin de Visan (1876 et 1878), Fontannes ne connaissait encore que les gisements à *Congéries* de St-Pierre-de-Cénos, de St-Ariès et de Visan, qui sont en effet placés à la partie supérieure du Pliocène marin. C'est plus tard seulement qu'il a eu occasion d'étudier les gisements plus importants de la chapelle Saint-Ferréol et de St-Restitut, visités dans les journées d'hier par la Société, et dont la position au-dessous des marnes plaisanciennes ne fait aucun doute.

(1) FONTANNES. Les terrains tertiaires sup. du haut Comtat-Venaissin, p. 20, fig. 2.

Il a été amené alors à considérer toutes les couches à *Congéries* du bassin du Rhône comme inférieures aux marnes plaisanciennes, opinion qui se trouve indiquée, pour la première fois, en 1881 (1) et que l'on retrouve encore en 1882 (2). En réalité, la solution définitive de la question du niveau des couches à *Congéries* de la vallée du Rhône, se trouve dans l'existence de deux niveaux de ces formations caspiques, fait que j'ai eu l'occasion de reconnaître, en 1890, dans les environs de Théziers (3) et qui se montre également en toute certitude dans la région de Bollène. A l'horizon inférieur, caractérisé par la grande *Congeria subcarinata* et de nombreux *Limnocardium*, appartiennent les gisements de St-Ferréol et de St-Restitut. Au niveau supérieur, se rapportent les gisements beaucoup plus pauvres de St-Pierre-de-Cénos, de St-Ariès et des Bordeaux, près Visan, caractérisés par une seule petite espèce de Congérie, *Congeria sub-Basteroti* Tourn. et de rares petites formes de *Limnocardium*.

Le Pliocène de St-Pierre-de-Cénos ne forme qu'un léger gradin d'une faible élévation au-dessus de la plaine. Après avoir dépassé ce placage pliocène marin, on retrouve des affleurements des calcaires marneux du Turonien supérieur. Ceux-ci sont, à leur tour, surmontés en discordance par le Miocène marin (Burdigalien), dont la base affleure à la hauteur des premières maisons du village de Barri. On observe là, sur le sentier même, le conglomérat à galets verdâtres déjà observé à St-Restitut et peu épais en ce point; ensuite vient la mollasse sableuse ou gréseuse à *P. Davidi* et *Scutella paulensis* qui constitue les pittoresques escarpements auxquels sont adossées les maisons du village, presque abandonné, de Barri. La planche n° XX donne l'aspect de cette falaise escarpée de mollasse sableuse.

Enfin, en continuant de s'élever vers le plateau, on ne tarde pas à rencontrer la mollasse marno-calcaire à *P. præscabriusculus*, autrefois exploitée au-dessus de Barri, dans de petites carrières aujourd'hui abandonnées. C'est ici l'occasion de rappeler que c'est de l'une de ces carrières que provient le beau crâne de *Squalodon barriense* Jourdan, qui figure au Musée de Lyon. L'entablement du plateau est constitué par la mollasse calcaire et l'érosion a fait disparaître presque en totalité sur ce plateau les assises supérieures du Miocène marin. Il est resté cependant un témoin des sables et

(1) FONTANNES. Note sur la position stratigraphique des couches à *Congéries* de Bollène (*An. Soc. Agr., Lyon*, 1881).

(2) Id. Les Mollusques pliocènes des vallées du Rhône et du Roussillon, 1882.

(3) *Bull. serv. Carte géol. France*, n° 16.

grès à *Ostrea crassissima*, constituant le monticule ou signal de Boisredon, à l'altitude de 306 m.

L'attention de la Société a été en outre attirée sur ce plateau par la présence de cailloux roulés épars de quartzites alpins à patine ferrugineuse, qui sont les restes d'une haute terrasse du Rhône, à l'époque du Pliocène supérieur. L'altitude de cette terrasse est ici d'environ 250 m. au-dessus du thalweg de la vallée actuelle.

La Société a eu le plaisir de rencontrer sur le plateau de Barri M. Baron, l'aimable directeur des grandes carrières de mollasse calcaire que l'on exploite sur le rebord nord du plateau, au-dessus de la petite ville de St-Paul-Trois-Châteaux. Sous la conduite de M. Baron, les membres de la Société ont pu se rendre compte de l'immense développement qu'ont pris ces carrières et recueillir même quelques-uns des fossiles assez rares que l'on y rencontre, en particulier des dents de *Squales*, des épines de *Myliobathis*, des Oursins : *Echinolampas hemisphaericus*, *Clypeaster*; enfin des fragments de bois silicifiés de *Dicotylédones*.

La pierre de St-Paul-Trois Châteaux est un calcaire tendre, composé en grande partie de débris triturés de divers organismes, tels que des *Bryozoaires*, des *Nullipores*, des *Echinides*, des *Mollusques*. C'est un véritable faciès de charriage par des courants littoraux dans une mer peu profonde.

En descendant sur St-Paul-Trois Châteaux, par le plan incliné de l'exploitation, la Société a admiré les magnifiques coupes naturelles que l'érosion a produites dans les *Sables et argiles bigarrés* de l'Eocène inférieur qui méritent bien ici leur nom par l'étrange vivacité de leurs teintes.

La base de la formation qui est ici assez épaisse, est composée exclusivement de *Sables siliceux* blancs ou bariolés, tandis que des lits d'*Argiles versicolores*, s'intercalent à la partie supérieure où elles sont actuellement l'objet d'une exploitation comme terre réfractaire. La planche n° XVIII reproduit l'impression de ces formations sableuses à laquelle il manque pourtant, pour être complète, la bigarrure et l'éclat de ces teintes vives sous l'éclat d'un soleil déjà presque provençal (1).

L'occasion s'est offerte en ce point de discuter l'âge des *sables et argiles bigarrés* qui forment un horizon si constant dans toute la vallée du Rhône. Peu de formations ont donné lieu à des interprétations aussi diverses au point de vue de leur position dans l'échelle géologique et de leur mode de formation.

(1) Sur cette planche, lire *Miocène marin*, au lieu de *Miocène moyen*.

Scipion Gras, dès 1835, les attribuait à la base des terrains tertiaires sous le nom de *premier terrain d'eau douce*; Lory, dans la *Description géologique du Dauphiné*, les désignait par le signe S en le rapportant à l'Eocène sans détermination précise d'étage. Dans les feuilles de Grenoble et de Vizille du service de la *Carte géologique* ces formations ont été attribuées par le même géologue à l'Eocène supérieur (e³) par assimilation avec le *Sidérolithique* du Jura. Fontannes, après les avoir d'abord rapportées au *groupe tertiaire plus ancien* (1876-1878), puis à l'étage Bartonien en 1881, avait fini par les attribuer à l'Eocène le plus inférieur (e_v) sur la feuille d'Orange publiée en 1887, mais en conservant quelques hésitations sur l'âge peut-être crétacé d'une partie de ces couches dans d'autres régions du bassin du Rhône (*Bassin d'Apt*, 1885). Tous ces auteurs se montraient d'ailleurs d'accord pour voir dans ces formations sablo-argileuses à teintes si vives le produit de phénomènes éruptifs ou geysériens que l'absence de fossiles, la présence de lits siliceux compacts et de jaspes de couleurs diverses, semblaient justifier certains égards. Il me paraît tout à fait nécessaire de renoncer à cette hypothèse éruptive qui ne repose sur aucune preuve réelle et de considérer les *sables et argiles bigarrés* comme une formation sédimentaire parfaitement régulière et stratifiée, qui se retrouve dans toute la vallée du Rhône avec des caractères constants et une succession de niveaux stratigraphiques toujours les mêmes. La découverte récente faite par M. Zurcher sur la feuille de Castellane de fossile d'eau douce (*Limnæa obliqua* Math. des calcaires de Langesse), dans les quartzites de la partie supérieure de la formation permet d'y voir sans aucune hésitation un faciès sableux fluvio-lacustre, *des étages de Vitrolles et de Langesse* de la Provence. Je renverrai pour les détails relatifs à ces terrains à la note spéciale annexée au présent compte rendu.

M. **Kilian** ajoute quelques mots sur les formations similaires du massif de la Chartreuse. Il ne pense pas que les argiles rougeâtre avec calcaires lacustres subordonnés de St-Jean-de-Coux (massif de la Chartreuse) puissent être rapprochées de l'Eocène inférieur rutilant du Comtat et de la Provence. Ces couches se relient trop manifestement aux marnes à *Helix Ramondi* des environs immédiats de Chambéry pour ne pas appartenir à l'Oligocène. Les représentants de l'Eocène doivent bien plutôt être cherchés à St-Jean-de-Coux, dans les *argiles à silex* qui séparent les marnes et calcaires précités du Sénonien en partie érodé et dans lesquelles i

n'est pas rare de recueillir des fossiles de la Craie à Bélemnites que leur nature siliceuse a protégés contre la dissolution.

Le programme de l'après-midi consistait dans une visite au plateau oligocène de la Garde Adhémar. La route suivie par les voitures passait près des exploitations de phosphates de chaux ouvertes dans le Gault à Chanabasset; la Société s'est arrêtée quelques instants pour observer les tranchées de l'exploitation et recueillir quelques fossiles, dans les tas de phosphates que le Directeur des travaux a bien voulu permettre d'explorer à ce point de vue.

La Société prie M. Kilian de bien vouloir lui donner quelques détails sur les coupes qui sont actuellement sous ses yeux :

M. **Kilian** rappelle, au nom de M. **Leenhardt** et au sien, que les graviers phosphatés de Clansayes ne représentent pas l'horizon le plus inférieur du Gault. Il énumère les couches que l'on observe entre les calcaires urgoniens à Orbitolines et le Vraconnien, près de la ferme des Grèzes, et attire l'attention sur l'existence d'un horizon à phosphates noirs, à *Acanth. mamillare*, etc., entre l'Aptien et le niveau phosphatifère dit de Clansayes que la Société a sous les yeux ici.

Cette coupe a du reste été publiée en détails par MM. Kilian et Leenhardt dans leur note sur les sables de la vallée d'Apt. (*Bull. serv. Carte géol. de France*).

On se remet ensuite en route pour la Garde-Adhémar. Ce village est construit sur un plateau un peu incliné vers le sud-ouest, constitué par une épaisse série de marnes rosées ou jaunâtres, entremêlées de quelques bancs calcaires, et dont l'entablement supérieur est formé sur une dizaine de mètres, par un calcaire gris parcouru par des tubulures nombreuses et contenant en abondance, *Helix Ramondi* Brongniart, *Planorbis cornu* Brg., *Limnea pachygaster* Thomæ.

L'attribution de cette assise calcaire supérieure à l'étage aquitainien n'offre aucune difficulté : il n'en est pas de même pour la série *marno-calcaire* qui forme le soubassement du plateau, série dont Fontannes a publié (1) une coupe détaillée et dans laquelle il a vu la série entière du groupe d'Aix, c'est-à-dire du Tongrien, de l'Infra-Tongrien et de l'Eocène supérieur; il est vrai que ces diverses attributions ont été faites par Fontannes uniquement sur l'aspect lithologique des assises sans aucun document paléontologique autre qu'un *Potamides* attribué avec doute au *P. submargaritaceus* var., rencontré vers le milieu de la série. Pendant l'excursion de la

(1) M. FONTANNES. Le groupe d'Aix, 1885, p. 29, fig. 6.

Société, quelques-uns des membres présents, en particulier MM. Pellat et Sayn, se sont mis à la recherche des fossiles dans les bancs calcaires qui affleurent sur le talus de la grande route presque au pied de la côte, et par conséquent assez près des couches les plus inférieures du talus. Ils ont recueilli dans ces couches deux exemplaires d'*Helix Ramondi* de taille seulement un peu plus petite que les exemplaires du calcaire supérieur; un spécimen également de petite taille de *Planorbis cornu*; des moules de *Limnæa* indéterminables; enfin une *Helix* de petite taille non décrite. D'après ces nouveaux documents, les calcaires inférieurs du massif de Gardhe Adhémar paraissent bien appartenir encore à l'Aquitanie ce qui entraîne le classement dans cet étage de la totalité des couches de ce plateau. Il faut admettre pour expliquer ce fait une transgression de l'Aquitaniens par rapport aux étages inférieurs de l'Oligocène, transgression dont on connaît d'autres exemples dans le Bassin du Rhône.

M. **Pellat** fait observer qu'à St-Remy et aux Baux on ne constate point de mollasse sableuse à *Pecten Davidi*, entre le conglomérat de la base du Miocène et la mollasse calcaire.

M. **Depéret** répond que ce fait indique une transgression de zone à *Pecten præscabriusculus*, transgression qui est générale dans le bassin du Rhône.

M. **Collot** ajoute que la transgression du Miocène s'accroît encore avec le Tortonien, qui est seul représenté aux environs d'Aix.

M. Collot a observé, en montant sur le chemin de Saint Restitut un mélange de *P. Davidi* avec le *P. præscabriusculus* vers la limite des deux zones.

M. **Deydier** constate également l'absence de la mollasse sableuse à *Pecten Davidi* dans les environs de Reillane (Basses-Alpes).

M. **Collot** présente, au nom de M. **Almera**, une note sur le *Pliocène des environs de Barcelone* qui présente une série complète. La série débute par un conglomérat, se continue par des couches de *Congéries* et à *Cardium caspiques*, qui passent à leur tour aux marnes bleues plaisanciennes: la partie supérieure du Pliocène est plus sableuse, riche en Pectinidés, et contient une importante flore à affinités canariennes.

Le Pliocène supérieur est représenté par des argiles jaunes de *Hippopotamus major*.

Comme à Bollène, le Pliocène est discordant dans son ensemble avec le Miocène.

M. **Depéret** fait remarquer l'intérêt des études de M. Almera sur le Pliocène de Barcelone, qui ressemble presque trait pour trait à celui de Bollène; seulement, tandis qu'à St-Restitut, la falaise de la mer pliocène était constituée par le 1^{er} étage méditerranéen, à Barcelone c'est le 2^e étage méditerranéen (Helvétien) qui forme le bord escarpé de la mer pliocène.

M. **Kilian** fait une communication *sur la structure détaillée du massif Galibier-Ponsonnière et sur les tufs calcaires à Pinus sylvestris du Lautaret* (H^{tes}-Alpes) (1).

M. **Pellat** remercie, au nom de la Société, le Président et le Bureau de la Réunion extraordinaire; il rappelle que l'année dernière, au Puy, avant de se séparer, les membres présents ont émis un vœu exprimant leur désir que la Réunion de 1894 eût lieu à Lyon. Ce vœu a été écouté par le Conseil de la Société et constitue un précédent à suivre.

MM. Kilian et Zurcher étant disposés, si la Société les en prie, à organiser la Réunion extraordinaire de 1895 dans la Montagne de Lure et aux environs de Castellane, M. Pellat propose d'émettre un vœu en faveur de ce projet et de recommander ce vœu à la bienveillante attention du Conseil. Les membres présents adoptent à l'unanimité la proposition de M. Pellat.

L'ordre du jour étant épuisé, le Président lève la séance en rappelant qu'il y a pour le lendemain une excursion terminale à Visan. Il déclare close la session extraordinaire.

COMPTE RENDU
DE L'EXCURSION DU SAMEDI 25 AOÛT, A VISAN,
par M. **DEPÉRET**.

Partis en voiture de bonne heure, la Société est passée sans s'arrêter devant les grandes tuileries de Bollène, qui utilisent en

(1) Cette note, relative à des faits étrangers à la réunion, a été reportée aux notes et mémoires d'une autre séance.

partie les argiles réfractaires du Turonien et en partie les marnes plaisanciennes qui occupent le fond de la vallée, au-dessous des alluvions, en s'appuyant au sud sur les collines crétacées de Bollène. On s'est arrêté seulement à Suze-la-Rousse où on a observé d'abord, dans l'intérieur du parc du Château, un lambeau de marnes pliocènes marines surmontées par des sables à *O. barriensis*. La colline du Château elle-même est formée par un grès grossier jaunâtre qui a donné lieu à de petites carrières. Ces grès sont pétriés de débris de fossiles, tels que des *Balanes*, des *Bryozoaires*, et d'empreintes de petits Lamellibranches, *Pecten*, *Cardites*, peu déterminables. Fontannes a désigné sous le nom de grès à Cardite (*C. Michaudi*), cet horizon, qui constitue dans le midi du bassin du Rhône, à partir du bassin de Crest, un niveau constant et forme un excellent point de repère dans la série épaisse des couches sableuses intercalées entre les deux étages méditerranéens. On aurait pu voir à Suze même, en descendant vers le lit du Lez, le grès à Cardites recouvert par des sables fins à stratification ondulée en lit alternativement blanchâtres et ferrugineux qui représentent, d'après Fontannes, la base de la mollasse de St-Fons à *Terebratulina calathiscus* (base du 2^e étage méditerranéen).

La succession du Miocène est ensuite interrompue longtemps par des plaines d'alluvions locales, à éléments calcaires, sous lesquelles existent en profondeur les marnes plaisanciennes. Au Bouchet on exploite, en effet, ces marnes dans une excavation profonde au-dessous du niveau de la plaine. Ce sont des marnes bleuâtres très fines, bien stratifiées, qui représentent un faciès assez spécial (*argile grise du Bouchet* Font.) et de mer assez profonde. L'espèce la plus abondante de beaucoup est le *P. comitatus* Font., que ce géologue a retrouvé en Italie, à Orciano-Pisano vers la base des couches plaisanciennes. On trouve, en outre au Bouchet, quelques autres espèces, en particulier : *Nassa semistriata* Brocchi, *Galeodea echinophora* Font., *Turritella subangulata* Broc., *Corbula gibba* Oliv., *Pinna Brocchii* d'Orb.

Les membres ont pu faire une abondante récolte du *Pecten comitatus* dans les tas de marnes retirées pour l'exploitation.

Après un parcours encore assez long à travers les plaines alluviales, on est parvenu au pied du massif de collines de Visan, où l'on a retrouvé la série interrompue du Miocène. Les couches les plus inférieures, visibles auprès de Visan, se montrent un peu au nord de cette localité, sur les bords de la route de Valréas, au lieu dit *Moulin à Vent*. Ce sont des sables mollassiques, analogues à

ceux de St-Fons, mais plus grossiers et plus fossilifères. On y recueille plus spécialement la faune suivante :

Pecten Gentoni Font.
P. vindascinus Font.
Lima inflata Chem.
Ostrea crassissima Lamk.
Patella delphinensis Font.

Pat. Tournouëri Font.
P. vindascina Font.
 Bryozoaires.
 Balanes.
 Dents de Lamna.

Ces sables constituent un faciès sableux de la base du 2^e étage méditerranéen et peuvent être attribués à l'*Helvétien*. En s'élevant ensuite vers les collines qui dominent la route à droite, on voit les sables devenir plus marneux, plus fins, plus blanchâtres, et les fossiles sont en même temps plus rares. On arrive bientôt à une marne bleuâtre contenant :

Pecten vindascinus Font., *P. scabriusculus* Font., et c'est à ce niveau qu'apparaît, pour la première fois dans la région, *Cardita Jouanneti* Bast.

A ces marnes succèdent des sables avec faune de Cabrières (Tortonien), en particulier : *Ancilla glandiformis* Lmk., *Corbula Escoffièrei* Font., *Nassa acrostyla* F. et T., *Nassa Dujardini* Desh., *Rotella subsuturalis* d'Orb., déjà mélangée de quelques espèces terrestres telles que *Helix delphinensis* Font., *Planorbis heriacensis* Font., *Limnæa heriacensis* Font.

Enfin le faciès marin du Tortonien se termine par un magnifique banc d'*Ostrea crassissima* de grande taille, que la Société a pu admirer facilement dans le grand ravin de la Savoyonne. Plus haut se développent des sables marneux à faune exclusivement continentale, qui se chargent peu à peu de cailloutis et passent à des masses épaisses de cailloux impressionnés alternant avec des limons rouges tout à fait identiques aux limons à *Hipparion* du Mont Leberon.

Revenus à Visan, les membres de la Société retrouvent dans la colline même du village les horizons miocènes qu'ils viennent d'étudier à la Savoyonne, surtout les sables à *Ancilla glandiformis* et *Cardita Jouanneti* de gisements de la *Maison Tiburce* et de derrière le *Château*, minutieusement décrits par Fontannes (1).

Le sommet de la colline de Visan est formé d'une alternance de sables et de lits marneux avec moules d'*Helix* et débris de végétaux. Les membres présents à l'excursion ont pu même constater la présence en ce point de nombreux débris d'ossements d'*Hipparion*.

S'élevant ensuite vers les hauteurs qui dominent Visan du côté

(1) Les terrains tertiaires supérieurs du Haut Comtat, p. 34. 1876.

du nord-est, la Société a pu apprécier le beau développement que prennent sur ces grands plateaux, dont l'altitude dépasse 300 m., les cailloutis et limons rouges du Miocène supérieur (Pontique). Ces formations fluviales qui occupent non seulement tous les plateaux compris entre Visan et Nyons, mais aussi ceux de Cairanne et de Villedieu de l'autre côté de la rivière de l'Eygues ont été reconnus par ceux des membres de la Société familiers avec les formations similaires de la vallée de la Durance comme identiques aux cailloutis impressionnés du plateau de Valensole et des environs de Cucuron. Cette assimilation était nécessaire à signaler ici avec quelque insistance, parce que les cailloutis des plateaux de Visan ont été à tort rapportés au Pliocène moyen sur la feuille géologique d'Orange.

C'est dans un petit ravinement creusé au sein de ces cailloutis, et en discordance complète avec eux, que la Société a pu observer dans le petit ruisseau de la ferme des Bourdeaux l'existence d'un affleurement de marnes blanchâtres, contenant, avec de nombreux spécimens bien conservés du *Potamides Basteroti* de Serres, toute une petite faune saumâtre pliocène, décrite par Tournouër qui y indique les espèces suivantes recueillies d'ailleurs par les membres de la Société :

Melanopsis Neumayri Tourn.

Hydrobia Escoffieri Tourn.

Congeria sub-Basteroti Tourn.

Limnocardium sp.

Nassa Basteroti Michelot.

Il s'agit là du niveau supérieur à Congéries situé au-dessus du Pliocène marin comme ceux de St-Pierre-de-Cénos, de St-Ariès et aussi de Théziers. Il est facile, en effet, en descendant le ruisseau des Bourdeaux, de constater, à un niveau un peu inférieur, l'existence de marnes à *Cerithium vulgatum* et faune plaisanciennne ordinaire.

Revenus à Visan, les membres de la Société reçoivent de l'un de nos confrères, M^{me} veuve Escoffier, amie et collaborateur de Fontannes, un accueil des plus gracieux. M^{me} Escoffier nous fait, malgré son âge, les honneurs de la magnifique collection locale, qu'elle a recueillie pendant de longues années de recherches, et se fait un plaisir d'offrir, à ses confrères présents, quelques fossiles à titre de souvenir de l'excursion.

La Société remonte en voiture, très touchée de l'aimable réception qui lui a été faite à Visan, par M^{me} Escoffier et par sa famille.

NOTE SUR LES GROUPES ÉOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN DE LA VALLÉE DU RHONE,

par **Charles DEPÉRET.**

(Pl. XXIII)

Les formations tertiaires de la vallée du Rhône comprennent, comme l'a fort bien indiqué Fontannes, quatre groupes naturels de terrains, qui présentent entr'eux une indépendance stratigraphique et paléontologique absolues. Ces groupes sont de haut en bas :

1° Le *Groupe de Saint-Ariès*, qui comprend le *Pliocène* en entier, plus les couches à Congéries à la base.

2° Le *Groupe de Visan*, qui répond au *Miocène*.

3° Le *Groupe d'Aix*, qui correspond à l'*Oligocène*, plus l'*Eocène supérieur* et peut-être encore le *Bartonien* à la base.

4° Un *Groupe inférieur*, qui correspond à l'*Eocène* moyen et inférieur et passe graduellement à la base au Crétacé dans la région provençale.

Ce dernier groupe a été quelquefois désigné par Fontannes sous le nom de *Groupe de Cuques*, du nom d'une petite butte des environs d'Aix. Mais il me paraît difficile de donner à tout un groupe aussi important de terrains ce nom qui s'applique seulement à une petite assise tout à fait terminale de ce grand ensemble. En réalité, le *Groupe inférieur* comprend deux *sous-groupes*, qui affectent en certains points une indépendance stratigraphique assez nette l'un par rapport à l'autre pour mériter chacun un nom spécial. En employant des désignations depuis longtemps usitées par notre éminent confrère, M. P. Matheron, ces sous-groupes seront de haut en bas :

B. *Sous-Groupe du Montaiquet*, qui répond à l'*Etage lutétien* dans son ensemble.

A. *Sous-Groupe de Langesse et de Vitrolles*, qui comprend les différents termes de l'*Eocène inférieur*.

Le groupe éocène a été de beaucoup le moins étudié jusqu'ici des différents groupes tertiaires de la vallée du Rhône. Il m'a paru opportun de profiter de la publication du *Compte-rendu de la Réunion extraordinaire à Lyon* pour tenter un résumé synthétique sur ces terrains, en m'aidant des observations déjà anciennes de

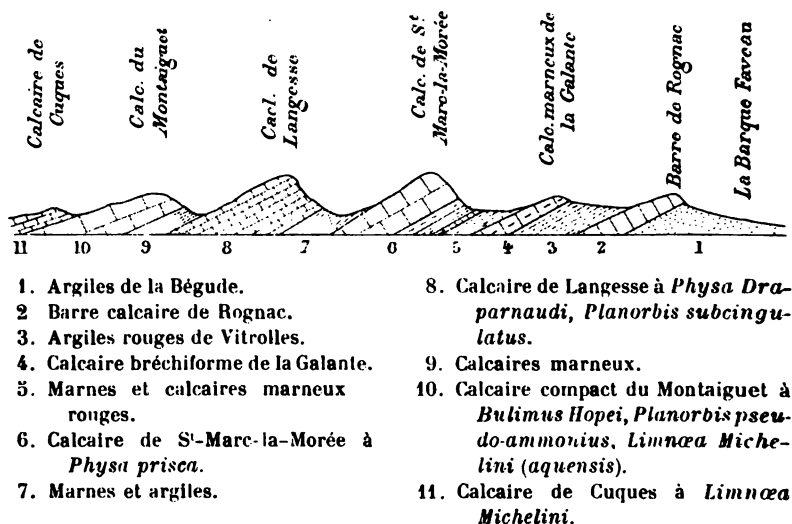
Sc. Gras, Lory, Fontannes, Matheron, ainsi que d'observations nouvelles de plusieurs de nos savants confrères, tels que MM. Zurcher, Fabre, Vasseur, Collot, Leenhardt, en y ajoutant les faits que j'ai recueillis personnellement.

I. — Basse Provence.

La région provençale, et en particulier le bassin de Lar ou *bassin d'Aix*, mérite à tous égards, soit en raison des beaux travaux de MM. Matheron (1) et Collot (2), soit à cause de la continuité stratigraphique des diverses assises, de servir de type ou de schéma général pour l'étude de ces terrains.

Il m'a paru indispensable de reproduire d'abord la coupe générale du bassin d'Aix, donnée par M. Matheron dès 1864, et tout récemment perfectionnée dans ses détails par M. Vasseur (3).

Fig. 15. — Coupe de la Barque-Fuveau à Aix (d'après MM. Matheron et Vasseur).



Un excellent point de départ pour l'interprétation et la comparaison à distance de cette coupe classique est fourni par le calcaire

(1) MATHERON. Compte-rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Marseille en 1864 (*B. S. G. F.*, 2^e Sér., t. XXII).

(2) COLLOT. Description géologique des environs d'Aix en Provence, 1880 — *Id.* Feuille d'Aix au 1/80.000^e et légende annexée.

(3) VASSEUR in FOURNIER. Compte-rendu d'excursions géologiques en Provence sous la direction de M. Vasseur, p. 39, fig. XVIII.

compact, à pâte sub-lithographique, souvent rosé, connu sous le nom de *calcaire* ou de *barre de Rognac* (n° 2), et surmontant les *argiles et les grès rouges à Reptiles de la Bégude* (n° 1). La faune de ce calcaire se retrouve avec des caractères identiques depuis le département du Var (Salernes) à l'est, à travers toute la Provence, et de l'autre côté du Rhône, dans le Gard et l'Hérault (abbaye de Valmagne), jusqu'aux confins du département de l'Aude (Assignan, près St-Chinian). MM. Matheron, Collot, Roule, Caziot, Nicolas ont fait connaître dans une série de publications un peu éparées, les nombreux Mollusques terrestres et d'eau douce de cet horizon, et mon ami le commandant Caziot a eu récemment l'heureuse pensée de condenser la bibliographie relative à cette faune et de publier une liste générale des espèces, à laquelle je renverrai le lecteur (1), en me bornant à citer les quelques types les plus répandus et les plus caractéristiques :

Lychnus Matheroni Req.

Pupa antiqua Math.

Pyrgulifera armata Math.

Bauxia Baylei Math.

Vivipara Beaumonti Math.

Cyclophorus heliciformis Math.

Cyclotus solarium Math.

La plupart des géologues s'accordent aujourd'hui avec M. Collot (2) pour considérer le calcaire à *Lychnus* de Rognac comme le dernier terme des terrains crétacés et pour faire commencer le Tertiaire avec les *argiles rouges de Vitrolles* (n° 3) qui sont dépourvues de fossiles. Cette solution, qui facilite beaucoup le tracé précis des contours, a été admise par le service de la *Carte géologique de France*. Il est bon de ne pas oublier cependant que M. Matheron (3) a toujours continué de considérer le massif d'argiles rouges de Vitrolles avec ses calcaires intercalés comme l'équivalent de l'étage *garumnien* des Pyrénées et à le ranger en conséquence dans le Crétacé. Mon savant collègue et ami M. Vasseur m'a dit aussi avoir trouvé vers le sommet de la première masse argileuse rouge du Vitrollien, c'est-à-dire à la base du calcaire de la Galante (n° 4), des Mélanidés à faciès crétacé et serait sans doute disposé à réunir cette première assise rouge et ce calcaire à l'étage de Rognac.

Je n'ai aucun document personnel qui me permette de résoudre cette question de limite, fort délicate en raison de la continuité des dépôts et de la rareté des fossiles.

(1) CAZIOT. *Feuille des Jeunes Naturalistes*.

(2) COLLOT. Descr. t. crétacé dans une partie de la Basse-Provence (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. XIX, p. 73).

(3) MATHERON. *Recherches paléontologiques dans le S.-E. de la France*, 1878.

Au-dessus de la première masse des argiles rouges vitrolliennes ou *argiles de Canet* de la coupe I (n° 3) se montre une première barre calcaire, le *calcaire bréchiforme de la Galante* (n° 4), dépourvu de fossiles et suivi d'une nouvelle masse d'argiles et de grès rouges (n° 5). Un peu plus loin, la rivière de Lar recoupe une nouvelle masse calcaire plus épaisse que la précédente, le *calcaire de St-Marc-la-Morée* (n° 6) qui a fourni à sa base : *Physa prisca* Noulet ; et d'après M. Vasseur des *Mégaspire*s et des *Limnées* indéterminées.

La présence de *Physa prisca*, espèce du calcaire sous-nummulitique de Montolieu (Aude) est importante à faire ressortir, parce que cette *Physa* peut être considérée comme le type représentatif méridional de la grande *Physa gigantea* Michaud du calcaire de Rilly. Si ce rapprochement est exact, le calcaire de St-Marc-la-Morée serait l'équivalent en Provence du *Suessonien inférieur* ou étage *thanétien*.

Après une nouvelle intercalation argileuse (n° 7) la rivière traverse un défilé constitué par une masse de calcaires lacustres, marneux à la base, compacts dans les parties supérieures : c'est le *calcaire de Langesse* (n° 8) de M. Matheron. C'est là que se rencontrent les fossiles suivantes :

Physa Draparnaudi Math.

— *prælonga* Math. (aff. *columnaris* Desh.)

Limnæa obliqua Math.

Planorbis subcingulatus Math.

M. Vasseur signale en outre dans les parties supérieures de l'assise des *Limnées* de forme très allongée.

La présence dans le calcaire de Langesse de *Physes* allongées du type *columnaris* du mont Bernon, près Epernay, et l'affinité que présente le *Pl. subcingulatus* avec le *Pl. sparnacensis* Desh. du même gisement, autorise à voir dans le calcaire de Langesse un représentant de l'étage *sparnacien*.

Au calcaire de Langesse succèdent des calcaires marneux (n° 9), que surmontent à leur tour des calcaires blancs ou gris, avec rognons de silex, qui forment toutes les pentes sur la rive gauche de Lar, en face de la ville d'Aix : ce sont les *calcaires du Montaiquet* qui contiennent la faune suivante :

Bulimus Hopei Marc. de Serres.

» *subcylindricus* Math.

Strophostoma lapicida Leufroy.

Pupa subantiqua Math.

» *elegans* Math.

Helix Marioni Math.

Planorbis pseudo-ammonius Voltz

(= *pseudo-rotundatus* Math.)

Limnæa Michelini Desh. (= *aquensis* Math.)

M. Matheron a en outre signalé, sans les décrire (1), de ce même niveau : deux *Limnæa*, une petite *Physa*, un *Pupa* et deux *Bulimus* sénestres.

Enfin la coupe se termine par le calcaire de Cuques (n° 11), sur la rive droite de Lar, au sud d'Aix : c'est un calcaire blanc, un peu crayeux, suboolitique qui contient une partie de la faune précédente, en particulier :

Planorbis pseudo-ammonius Voltz
(= *Leymeriet* Desh. in Math.)

Limnæa Michelini Desh.
Pupa subantiqua Math.

avec des espèces spéciales, telles que :

Achatina Marioni Math. (2).

Pupa tenuicostata Math.

En revanche les *Bulimus Hopei* et *subcylindricus*, ainsi que le *Strophostoma lapicida* du Montaignet, font défaut dans le calcaire de Cuques.

L'attribution d'ensemble des deux horizons du Montaignet et de Cuques à l'étage inférieur de l'Eocène moyen ou *Lutétien* est démontrée paléontologiquement par la présence de *Planorbis pseudo-ammonius* et de *Limnæa Michelini* qui existent dans les couches à *Lophiodon* de Bouxviller (Alsace) et aussi dans le calcaire grossier supérieur (St-Parres, Provins) du bassin de Paris. Mais un parallélisme de détail plus précis soulève des difficultés assez délicates. Dans l'Hérault et dans l'Aude, sur le versant sud de la Montagne-Noire, les calcaires à *Bulimus Hopei* et *Planorbis pseudo-ammonius*, recouverts eux-mêmes par les calcaires marneux lignitifères de la Caunette à *Planorbis pseudo ammonius*, sont superposés au Nummulitique mariu de l'horizon du calcaire grossier inférieur. En conséquence on est conduit à attribuer dans cette région les calcaires d'eau douce à *Planorbis pseudo-ammonius* au Calcaire grossier moyen et supérieur du bassin de Paris. Si on applique ces données stratigraphiques au bassin d'Aix, l'horizon de Cuques serait l'équivalent du Calcaire grossier supérieur et l'horizon du Montaignet celui du Calcaire grossier moyen ; le Calcaire grossier inférieur et l'étage yprésien ne seraient pas représentés paléontologiquement et trouveraient leur équivalent dans les parties marneuses qui séparent les calcaires de Langesse de ceux du Montaignet. Mais cette solution est pour moi loin d'être hors de conteste : l'horizon du Calcaire grossier inférieur pourrait fort bien être représenté par une partie

(1) MATHERON. Couches à *Strophostoma* (B. S. G. F., 2^e Sér., t. 25, p. 773).

(2) MATHERON. Id., p. 775.

des calcaires à *Bulimus Hopei* qui équivaldraient ainsi à l'ensemble du Lutétien inférieur et moyen, *impossibles à séparer l'un de l'autre paléontologiquement sous ce faciès d'eau douce*. Il me paraît du reste difficile que cette question de parallélisme détaillé puisse jamais être résolue d'une manière plus satisfaisante.

Je dois ajouter que M. Collot (*feuille d'Aix*) a séparé sous le nom de *Calcaire de St-Pons* un niveau calcaire avec *Planorbis crassus*, *Limnæa pyramidalis*, supérieur aux calcaires lutétiens de Roquefavour et que mon savant confrère propose d'attribuer au *Bartonien*. Je me borne ici à rappeler les faits indiqués par M. Collot, n'ayant aucune observation personnelle à y ajouter.

Les couches du bassin d'Aix se classeraient donc de la manière suivante :

ÉTAGES	BASSIN D'AIX
? Bartonien	Calcaire de St-Pons.
Lutétien { supérieur	Calcaire de Cuques.
{ moyen	
{ inférieur }	Calcaire du Montaiquet.
Yprésien	?
Sparnacien	Calcaire de Langesse.
Thanétien	Calcaire de St-Marc.
	Calcaire de la Galante et argiles vitrolliennes

Le faciès de l'ensemble de l'Eocène du bassin d'Aix est un *faciès argilo-calcaire*, où les éléments détritiques (sables, grès, poudingues) ne jouent qu'un rôle tout à fait subordonné, sauf au pied de la falaise jurassique de St^e-Victoire, où l'on constate l'intercalation de brèches locales fort épaisses (brèche du Tholonet) ; je désignerai ce faciès sous le nom de *faciès de la Basse-Provence*. Ce faciès présente cependant dès qu'on s'éloigne de la région de Roquefavour dans la direction de l'est, d'importantes modifications : déjà, à la montagne du Cengle, ainsi que l'a indiqué M. Collot (1), les bancs calcaires s'atténuent ou disparaissent, tandis que l'élément argileux rouge augmente d'importance.

Plus à l'est encore, dans la région occidentale du Var, la bande éocène de Rians (Voir la carte pl. XXIII), superposée au calcaire de Rognac, se compose de marnes rouges ou micacées souvent caillouteuses avec intercalations de calcaires plus développés à l'ouest de

(1) COLLOT. Descr. géol. Aix, p. 93.

Rians qu'à l'est vers Artigues, d'après M. Collot (1). Dans les calcaires à la ferme de la Blaque, M. Collot a recueilli de petites *Bithynies* non déterminées.

Ces affleurements de la région de Rians constituent une sorte de transition entre le faciès de la Basse-Provence et le faciès décidément gréseux et détritique qui va s'accroître plus à l'est dans la région septentrionale du département du Var.

II. — Région septentrionale du Var.

Notre savant confrère M. Zurcher, qui a été chargé de l'étude difficile et compliquée des feuilles au 1/80000^e de Draguignan et de Castellane, a bien voulu me communiquer quelques-uns des résultats de son étude des terrains tertiaires de cette région, et c'est à son obligeance que je dois d'avoir pu tracer, sur la carte pl. XXIII, l'extension de l'Eocène inférieur et moyen dans le département du Var, où ces terrains se montrent très morcelés.

Dans le Nord-Ouest de ce département, aux environs de Salernes et d'Aups, M. Zurcher (2) a fait connaître au-dessus des calcaires fossilifères de l'horizon de Rognac (*Bulimus salernensis*, *Cyclophorus heliiformis*, *Bauxia*, etc), des argiles rouges, des grès pisolithiques, avec intercalation de calcaires noduleux blanchâtres; ces couches dont le faciès est fort voisin des couches de Rians, occupent la position stratigraphique des *argiles de Vitrolles*, auxquelles il est permis de les comparer, tout en faisant la réserve qu'elles peuvent fort bien représenter sous ce faciès plus grossier, plusieurs horizons de l'Eocène.

Sur une bande située un peu au nord de la bande précédente qui va de Rians à Salernes, M. Collot (3) indique l'existence de marnes micacées rouges et grises identiques à celles qui forment la partie supérieure du bassin de Rians : à Ginasservis, au N.-O. de St-Julien le Montagnier, à Quinson, à Bauduen; dans ces deux dernières localités, s'intercale un calcaire qui contient les *Bithynies* des environs de Rians.

En continuant plus loin vers le nord-est, M. Zurcher a relevé dans la région de Comps, toute une série de lambeaux éocènes dont quelques niveaux sont fossilifères et fournissent des points de

(1) *Id.*, p. 102.

(2) ZURCHER. Sur les zones de plissement de Salernes et d'Aups (*B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 19, p. 1187).

(3) COLLOT, in ZURCHER. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., t. 19, p. 1172.

repère précieux qui nous seront d'un grand secours dans les comparaisons avec les autres régions du bassin du Rhône.

1° Le terme le plus ancien de la série tertiaire est formé, d'après M. Zurcher, par des *sables et argiles bariolés* sans fossiles qui paraissent présenter la plus grande analogie avec les sables et argiles bigarrés de la vallée du Rhône.

2° A un niveau un peu plus élevé se placeraient des *poudingues et des grès-quartzites* qui ont aussi la plus grande analogie d'aspect avec les quartzites intercalés vers le haut des sables bigarrés de la vallée de la Durance. M. Zurcher a eu le mérite de découvrir dans ces grès siliceux, auprès de la chapelle Sainte-Pétronille, au sud de Bargème, des moules en creux de petites Limnées, qu'il a bien voulu me communiquer, et dans lesquels j'ai pu reconnaître *Limnæa obliqua* Math. de l'horizon de Langesse. Cette importante découverte permet de classer la partie supérieure des grès bariolés de l'Éocène inférieur du Var au niveau de l'étage *sparnacien*.

3° L'*Eocène moyen* a été également découvert par M. Zurcher dans la même région, dans des synclinaux différents et situés un peu au nord des précédents. Il est représenté par des calcaires lacustres à *Planorbis pseudo-ammonius* et *Limnæa Michelini*, qui existent à Breton et à Bagarry, près le Bourguet; ils représentent l'horizon de Montaignet ou peut-être celui de Cuques, les deux espèces précitées étant communes à ces deux horizons. Enfin M. Zurcher a retrouvé encore bien plus au nord dans le bassin de l'Asse les mêmes calcaires à *Planorbis pseudo-ammonius* dans les localités du Touronnet, près Beynes et de Trévans, non loin de Mezel.

Il faut remarquer que ces formations lutétiennes lacustres s'avancent ainsi jusque non loin de la région où se développe le faciès marin de nummulitique et que ce voisinage permettra sans doute à M. Zurcher d'éclairer d'une vive lumière les relations d'âge de ces diverses formations.

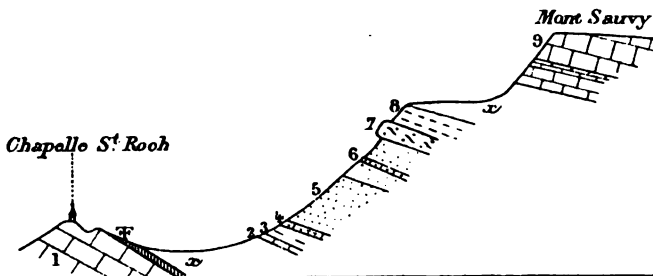
En résumé on voit que dans le Nord du département du Var, l'*Eocène inférieur* présente dans son ensemble un faciès sablo-gréseux à couleurs vives et bariolées, très comparable au faciès de *sables et argiles bigarrés* de la vallée du Rhône (*faciès rhodanien*); tandis que l'*Eocène moyen* conserve le faciès de calcaire lacustre de la Basse Provence, faciès qu'il gardera à peu près partout dans la région du Sud-Est.

III. — Vallée de la Durance (1).

Si on quitte le bassin d'Aix pour se diriger directement au nord et pénétrer dans la basse vallée de la Durance, on voit l'Eocène présenter des modifications de faciès à peu près identiques à celles que nous venons de constater au N.-E. sur les confins des Basses-Alpes et du Var. Le faciès marno-calcaire de l'Eocène inférieur fait place au faciès grés-argileux des *Sables et argiles bigarrés* tandis que l'Eocène moyen conserve des caractères fort semblables à celui des environs d'Aix.

Orgon. — La transformation de l'Eocène inférieur en *sables bigarrés* est déjà complète à Orgon, ainsi qu'il résulte de la coupe suivante :

Fig. 16. — Coupe de l'Eocène à Orgon.



DANIEN. 1, calcaire de Rognac; 2, calcaire bréchiforme rosé; 3, marnes rosées; 4, marne à nodules calcaires avec fossiles de Rognac. — EOCÈNE. 5, Sables bigarrés, rouges et blancs, siliceux et feldspathiques; 6, Sables gris mouchetés de rose et de vert; 7, banc de grès quartzite blanc siliceux à petits grains roses avec bandes irrégulières de silex blonds; 8, argiles bigarrées roses et blanches; 9, barre de calcaire compact blanc à rognons de silex (15-20^m) — calcaires à *Bulimus Hopei*; x, parties invisibles.

Cette coupe d'Orgon est fort instructive, parce qu'elle montre nettement les relations et le passage insensible des couches de Rognac aux *sables et argiles bigarrés*.

La chapelle St-Roch est construite sur le calcaire compact de Rognac (n° 1) dont les bancs supérieurs plus marneux contiennent de nombreux fossiles (1) de cet étage : *Lychnus Matheroni*, *Bauxia*

(1) J'ai le devoir et le plaisir de dire que les observations qui font l'objet du présent chapitre sur l'Eocène de la vallée de la Durance et du bassin d'Apt, ont été faites en commun avec mon excellent ami, M. Leenhardt, avec qui j'ai déjà publié une note en collaboration à ce sujet (*Bull. des services de la Carte géol. de France*, n° 16, 1890).

Baylei, *Cyclotus solarium*, *Cyclophorus heliciformis*, *Vivipara Beaumonti*, etc.

Mais l'étage de Rognac ne se termine pas encore avec ces couches de la chapelle St-Roch. Après avoir franchi une dépression cultivée (x) et probablement marneuse, on retrouve, en s'élevant sur les flancs du monticule nommé le *Mont Sauvy* : d'abord un calcaire bréchiforme, à pâte fine, rosé (n° 2), ensuite des marnes rouges (n° 3) et blanches, passant à un banc de marne grise à nodules calcaires (n° 4), se transformant même en un banc de calcaire compact gris de fumée dans lequel j'ai recueilli encore le *Bauria Baylei* qui ne laisse point de doute sur l'attribution de ces couches au Crétacé.

Immédiatement au-dessus et en continuité parfaite de stratification, commencent des sables marbrés de rouge (n° 5), un peu feldspathiques, contenant des grumeaux de calcaire blanc compact, et zonés de bandes grises et jaunes vers le haut (10-12^m). Plus haut viennent des grès blancs (n° 6) d'abord gris, marbrés de rose, puis verdâtres avec de petits grains de silex roses ; un banc de ces sables se consolide en un grès grumeleux moucheté de rose ; le n° 6 a de 6-8^m d'épaisseur.

Plus haut viennent des grès blancs siliceux compacts piquetés de grains roses (n° 7) d'aspect caractéristique et qui se retrouvent sous cette apparence dans toute la vallée du Rhône. Au grès succèdent des argiles sèches, très kaoliniques (n° 8) d'abord blanches, ensuite marbrées de rose : ce sont des *argiles bigarrées* semblables aux terres réfractaires du Comtat et du Dauphiné.

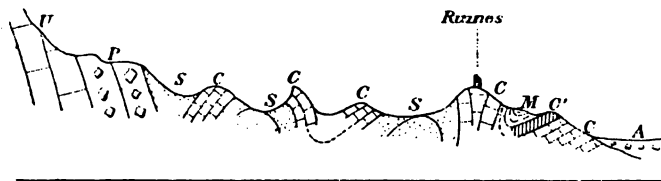
Puis vient un petit plateau couvert d'éboulis et dont la composition n'est pas visible (x). Le couronnement du Mont Sauvy est formé par une barre calcaire (15-20^m) composée d'un calcaire blanc compact avec intercalations de bandes et de rognons de silex blond à la base ; vers le milieu les bancs sont plus minces, formant un horizon de calcaires en plaquettes assez fréquent dans toute la région à ce niveau ; les bancs supérieurs sont massifs et le calcaire est criblé de cavités vacuolaires, donnant un aspect ruiniforme. Les calcaires du Mont Sauvy ne contiennent pas de fossiles ou du moins je n'en ai point observé. Mais sur leur prolongement direct vers le S.-O, à Eygalières, un géologue d'Orgon, M. Provensal, a découvert un beau gisement de *Bulimus Hopci*, muni de leur test ; cette observation permet d'attribuer avec certitude les calcaires à silex du Mont Sauvy et d'Eygalières à l'horizon du *Montaiguët*, c'est-à-dire au Lutétien.

Ainsi, il résulte des faits indiqués dans la coupe d'Orgon que les *sables et argiles bigarrés* de la vallée de la Durance passent insensiblement à leur base à l'étage de Rognac et sont recouverts par les calcaires de Montaiguët à *Bulimus Hopei*. On est donc autorisé stratigraphiquement à les mettre en parallèle avec l'ensemble de l'Eocène inférieur du bassin d'Aix, depuis les *argiles de Vitrolles* jusques et y compris les *calcaires de Langesse*. Seulement la distinction des différents étages devient impossible dans ce faciès sablo-argileux uniforme et entièrement dépourvu de fossiles dans cette région. On peut dire pourtant que les grès quartzites de la zone n° 7 représentent vraisemblablement les grès quartzites à *Limnæa obliqua* (Sparnacien) si heureusement découverts dans le Var par M. Zürcher.

Versant sud du Leberon (Mérindol, Cucuron, La Bastide des Jourdans). Les détails donnés ci-dessus sur la coupe d'Orgon me permettront d'être plus bref sur les formations similaires qui se montrent sur le versant sud de l'anticlinal crétacé du Leberon, qui borne au nord la vallée de la Durance (voir feuille géologique au 1/80000^e de Forcalquier).

Auprès de *Mérindol*, l'Eocène forme une bande importante, d'une allure stratigraphique assez tourmentée, comme l'indique la coupe suivante (fig. 17).

Fig. 17. — Coupe de l'Eocène à la Roquette, à l'O. de Mérindol.



U, calcaire urgonien ; P, conglomérat du Leberon ; S, sables et argiles bigarrés (Eocène inférieur) ; C, calcaire à *Bulimus Hopei* (Montaiguët) ; C', calcaire marneux à *Pl. pseudo-ammonius* (Cuques) ; M, marnes rouges ; A, Alluvions anciennes de la Durance.

Sur l'Urgonien fortement redressé, repose une énorme masse de conglomérats grossiers (P), bréchiformes, avec blocs parfois très volumineux de calcaires urgoniens. Ce conglomérat puissant se poursuit plus ou moins continu le long du bord du mont Leberon, toujours placé à la base des formations tertiaires, quel que soit leur âge ; ici, il est inférieur même aux sables bigarrés et peut par

conséquent être considéré comme un conglomérat de falaise du début du Tertiaire ou de la fin du Crétacé.

Les *sables bigarrés* et les *grès-quartzites* qui les accompagnent forment dans la coupe de Mérindol une première combe qui suit immédiatement les bancs du conglomérat; puis deux autres combes parallèles anticlinales bordées par les calcaires compacts et abrupts de l'*Eocène moyen*. On peut facilement distinguer dans ce dernier terrain les assises suivantes de bas en haut :

- 1° Marne sableuse grise.
- 2° Calcaires en plaquettes.
- 3° Gros bancs calcaires, subcrayeux.
- 4° Bancs calcaires compacts à *Bulimus Hopei*.
- 5° Marnes et calcaires grumeleux roses (C') qui, à Logis-Neuf, contiennent en abondance : *Planorbis pseudo-ammonius*, *Limnæa Michelini*, *Helix Marioni*.
- 6° Marnes rosées ou lie-de-vin (M).

La partie supérieure de cette coupe, facile à étudier à Logis-Neuf, sur les escarpements qui bordent directement la plaine de la Durance, nous montre ici le fait intéressant de la superposition aux calcaires compacts à *Bulimus Hopei* de l'horizon du Montaignet (C) de marno-calcaire granuleux (C') qui contiennent la faune de Cuques, c'est-à-dire la faune à *Planorbis pseudo-ammonius* sans le *Bulimus Hopei*. Quant aux marnes roses supérieures (M), elles ne peuvent être datées exactement faute de fossiles.

Plus loin vers l'est, au pied du versant sud du Leberon, les terrains tertiaires forment une bande étirée qui permet seulement de loin en loin l'affleurement de quelques lambeaux éocènes fortement redressés. Les sables bigarrés et le calcaire à *Planorbis pseudo-ammonius* se prolongent jusqu'à 2 kilomètres à l'est de Mérindol, reparaissent un peu plus loin dans le vallon des Borys, où les sables siliceux blancs ont été exploités autrefois pour la verrerie. Ils cessent ensuite d'affleurer sur un long parcours jusqu'à la hauteur de Cucuron où on retrouve les sables bigarrés associés à des quartzites lie de vin sous forme d'une bande étroite entre le Néocomien et le Miocène aux environs de la ferme de Marre. Plus à l'est encore, le grand ravin de Canaux, à sa sortie des gorges du Leberon, recoupe un intéressant affleurement de l'Eocène déjà signalé par Fontannes (1) : on voit, appliqués directement sur le Néocomien et en couches fortement redressées, presque verticales :

(1) FONTANNES. Les ter. néogènes du plateau de Cucuron, p. 22, pl. III, fig. 4

- 1° Des sables siliceux blancs, mouchetés de jaune et de rouge.
- 2° Une argile veinée de jaune et de blanc.
- 3° Des sables consolidés irrégulièrement en un quartzite compact, à cassure luisante (grès lustré), d'un rouge vineux pur ou maculé de blanc.
- 4° Un banc très fracturé de calcaire lacustre compact avec *Planorbis pseudo-ammonius*, *Limnaea Michelinii*.

Ce calcaire éocène est surmonté par le conglomérat à galets verdâtres de la base du Miocène marin. Malgré l'état d'écrasement et la réduction d'épaisseur de la coupe de Canaux, on voit que l'Eocène inférieur et moyen y présente la série complète des zones d'Orgon : 1. Sables et argiles bigarrés ; 2. Grès-quartzite ; 3. Calcaire de l'horizon du Montaignet.

Enfin, vers l'extrémité orientale du Leberon, la grande route qui va de la Bastide-des-Jourdans à Reillanne, recoupe à 1 kilomètre au nord de la première de ces localités un assez important lambeau d'Eocène moyen qui est appliqué sur les calcaires néocomiens et est recouvert en discordance par les marnes rouges de l'Oligocène. Ce lambeau est essentiellement constitué par un calcaire blanc, compact, à pâte fine, rognonneux, avec *Planorbis pseudo-ammonius*, *Helix* sp., qui repose sur les calcaires néocomiens par l'intermédiaire d'une brèche grossière à éléments locaux. Il n'y a ici aucune trace des sables bigarrés de l'Eocène inférieur, ce qui nous donne un premier exemple de l'indépendance stratigraphique que montre parfois l'Eocène moyen par rapport à l'Eocène inférieur, et dont nous retrouverons bientôt de fréquentes manifestations.

IV. — Bassin d'Apt

Le bassin d'Apt, ou vallée de Caulon, offre des difficultés toutes spéciales pour l'étude des *sables bigarrés* de l'Eocène inférieur, par suite d'une certaine similitude de faciès que présentent ces formations soit avec les sables crétacés moyens (1), soit avec les dépôts oligocènes sablo-marneux bigarrés du même bassin. Lorsque ces différentes espèces de formations sableuses sans fossiles, toutes bariolées de rouge, sont en contact les unes avec les autres par superposition ou par ravinement, la confusion devient dans quelques cas presque inextricable. Heureusement, la découverte de quelques rares lambeaux de calcaires fossilifères de l'Eocène moyen est venue éclairer d'une donnée précise cette distinction délicate.

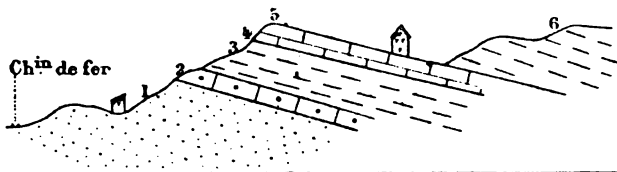
(1) KILIAN et LEENHARDT, Note sur les sables de la vallée d'Apt (*Bull. carte géol.*, n° 16, 1890).

M. Matheron (1) a le premier, je crois, signalé la présence dans le bassin d'Apt de calcaires à *Limnæa Michelini* et *Planorbis Leymeriei* (*pseudo-ammonius*) que l'auteur rapporte à l'horizon de Cuques. Mais il se borne à indiquer un peu vaguement la position de ces calcaires « vers la base du grand dépôt de grès et de marnes rouges qu'on retrouve dans le bassin d'Aix et dans les divers bassins lacustres du département de Vaucluse. Ces couches rouges, qui sont les équivalents des grès de Carcassonne, sont recouvertes, à Aix et à Apt, par des calcaires analogues à ceux de St-Ouen, du bassin de Paris, et c'est au-dessus de ces calcaires que se trouve le célèbre gisement de la Débruge, près de Gargas, si riche en ossements de Paleothériums. »

C'est à Fontannes que revient l'honneur d'avoir précisé la position de l'Eocène moyen dans le bassin d'Apt, grâce à la coupe qu'il a donnée du lambeau de la gare des marchandises d'Apt (2).

Il m'a paru utile de reproduire ici la coupe de Fontannes, en y ajoutant quelques détails complémentaires :

Fig. 18. — Coupe de la gare des marchandises à Apt.



EOCÈNE INFÉRIEUR. 1, sables siliceux blancs et bigarrés ; 2, grès-quartzite lie-de-vin formant de gros blocs éboulés. — EOCÈNE MOYEN. 3, argiles sableuses rouges à nodules calcaires ; 4, calcaire blanc pisolithique à *Limnæa Michelini* et *Planorbis pseudo-ammonius* ; 5, calcaire plus compact avec géodes et fissures spathiques ; nombreux rognons de silex blonds ou rougeâtres ; 6, Oligocène (Éocène supérieur et Tongrien).

L'interprétation de cette coupe est très simple, si l'on veut bien se reporter aux coupes de la vallée de la Durance. L'Éocène inférieur comprend ses deux termes habituels, les sables bigarrés avec petits galets de silex bien roulés, surmontés par les grès quartzites, qui forment un gros banc en saillie, avec de nombreux blocs éboulés sur la pente. L'Eocène moyen débute en concordance par des argiles sableuses rouges qui se chargent vers le haut de nodules

(1) MATHERON. Sur l'âge des calc. lac. à *Strophostoma lapicida* (B. S. G. F., 2^e Sér., t. 25, p. 775).

(2) FONTANNES. Le groupe d'Aix dans le Dauphiné, la Provence et le Bas-Languedoc, p. 80, fig. 21.

calcaires et passent à des marnes brunes pisolithiques. A ces marnes succède un banc de calcaire pisolithique où l'on trouve : *Planorbis pseudo-ammonius* et *Limnæa Michelini*; enfin l'entablement du petit plateau est formé par un calcaire compact blanc, avec géodes et fentes spathiques, et contenant des lits irréguliers de silex blonds.

L'Eocène de la gare d'Apt n'affleure que sous forme d'un demi-croissant qui finit rapidement en pointe vers le nord où il passe sous les argiles vertes et rosées de l'Eocène supérieur. En dessous, les sables blancs de l'Eocène inférieur reposent directement sur les sables plus fins et plus compacts du Crétacé moyen (grès sus-aptiens); mais le contact précis est difficilement visible en ce point.

Le lambeau éocène de la gare d'Apt n'est pas le seul de ce bassin et dès 1890, M. Leenhardt et moi avons signalé toute une série d'autres fragments de cette grande formation, en même temps que nous avons essayé d'établir les caractères distinctifs entre les sables bigarrés du Crétacé et ceux de l'Eocène inférieur (1). Je vais donner quelques détails succincts sur ces divers affleurements du bassin d'Apt.

Versant nord du Leberon (Apt, Bonnieux, Lacoste). — Sur la rive gauche du Caulon, c'est-à-dire dans les collines qui s'appuient sur le versant nord du mont Leberon, on retrouve les formations similaires de celles qui ont été décrites plus haut sur le versant sud du même anticlinal. Les sables et argiles bigarrés affleurent dans plusieurs des ravins de la route d'Apt à Bonnieux, où ils se montrent directement au-dessus des sables rouges et jaunes du Crétacé et recouverts le plus souvent par les calcaires en plaquettes à *Hydrobia Dubuissoni*, du Tongrien supérieur. Les sables éocènes sont faciles à confondre avec les sables crétacés qui sont cependant plus compacts, stratifiés plus en masse et ne contiennent pas les petits silex bien roulés que l'on observe dans les sables tertiaires. Ces derniers occupent aussi la base des talus des collines de Lacoste; ils sont de couleur lie-de-vin, marbrés de blanc et leur partie supérieure est consolidée en un grès blanc à points roses; ils sont surmontés par une bande étroite de calcaire à *Bulimus Hopei*, fossile assez rare il est vrai et en mauvais état dans ce point. L'Eocène moyen est recouvert d'abord par des marnes rosées du groupe d'Aix (Eocène supérieur), puis par la mollasse marine (*Burdigalien*) qui constitue tout le plateau du village de Lacoste.

(1) DEPÉRET et LEENHARDT. Note sur la découverte de l'horizon du Montalguet à *Bulimus Hopei* dans le bassin d'Apt (*Bull. serv. carte géol.*, n° 16, 1890). — Id. Sur l'âge des sables et argiles bigarrés du Sud-Est (*C. R. Ac. Sc. Paris*, 8 décembre 1890)

Au promontoire de *Mourre*, où la bande éocène de Lacoste vient se terminer au-dessus de la plaine du Caulon, non loin de la station de Bonnieux, on peut bien observer à la partie supérieure des sables bigarrés le grès quartzite à points roses identique à celui d'Orgon, mais passant ici exceptionnellement à une sorte de calcaire tuffacé blanc, qui serait une sorte de rudiment du calcaire de Langesse. Au-dessus on voit un conglomérat à éléments grossiers, de couleur brunâtre, que nous allons bientôt retrouver partout à la base de l'Eocène moyen.

Dans la *combe longitudinale* qui suit le pied du Leberon entre les calcaires urgoniens et le plateau miocène de Lacoste, on retrouve à la ferme du *Mousquet* et à la *Valmasque* une coupe complète de l'Eocène. Contre l'Urgonien sont appliqués directement des sables et grès jaunâtres auxquels succèdent les sables marbrés de blanc et de rouge, identiques à ceux de Lacoste et terminés par le grès blanc piqué de rose caractéristique. L'Eocène moyen débute par un conglomérat de couleur brunâtre contenant notamment des galets roulés du quartzite de l'Eocène inférieur ; puis viennent des marnes brunes et rosées qui se chargent progressivement de concrétions calcaires et passent à un calcaire grumeleux avec *Bulimus Hopei* à l'état de moules. L'Eocène inférieur se prolonge plus loin vers l'est que l'Eocène moyen et s'étend jusqu'à la hauteur du village de Bonnieux. D'autres lambeaux prolongent même cette bande jusque dans le ravin des Grégoires, non loin de la grande route qui traverse la profonde cluse transversale de Lourmarin.

Versant sud des monts de Vaucluse (Goult, St-Pantaléon, Murs). — Sur la rive droite du Caulon, les formations tertiaires (Eocène et Oligocène), s'élèvent en pente douce sur le plateau crétacé des monts de Vaucluse, qu'ils ont dû recouvrir autrefois en totalité si l'on en juge par les nombreux lambeaux conservés à la faveur de failles ou dans de petits bassins d'effondrement sur toute l'étendue de l'immense plateau urgonien (voir feuille de Forcalquier).

La localité de St-Pantaléon est l'une de celles où l'on peut le mieux saisir les relations de discordance des sables bigarrés de l'Eocène inférieur et des sables crétacés. Ces derniers forment une masse compacte de sables versicolores, blancs, rouges, ocres, lie-de-vin, stratifiés seulement en grand et dépourvus de graviers de quelque volume ; ils se terminent par un banc de quartzite foncé, ferrugineux, qui est fréquent à ce niveau dans la partie méridionale du bassin d'Apt et forme alors un excellent point de repère pour la limite supérieure du Crétacé.

L'Eocène inférieur débute en ce point :

1° Par quelques galets assez gros qui ravinent la partie supérieure du banc précédent, mais sans former un véritable conglomérat de quelque épaisseur ;

2° Il continue par des sables jaunes et lie-de-vin fort semblables par leur aspect aux sables crétacés sous-jacents, mais *contenant quelques petits grains de silex bien roulés* ;

3° Enfin les sables passent en haut à un grès-quartzite rougeâtre avec galets siliceux roulés formant un véritable banc de conglomérat ; ce dernier passe par degrés au grès-quartzite moucheté de rose si constant partout à ce niveau.

L'ensemble de l'Eocène inférieur en ce point n'a que 10 à 12 mètres de puissance.

Les sables bigarrés occupent tout le flanc droit de la vallée de l'Imergue jusqu'au débouché de cette rivière dans le Caulon au pied de l'ermitage de N.-D. de Lumière ; ils sont recouverts directement de ce côté de la vallée par la mollasse burdigalienne. Sur la rive gauche de l'Imergue, on les retrouve également, toujours au-dessus des sables crétacés et formant une sorte de corniche à la partie supérieure des grands talus d'érosion découpés dans les sables crétacés du massif qui s'étend vers Roussillon. La présence de galets roulés et de conglomérats permet seule de reconnaître les sables éocènes dont les éléments ont été empruntés pour la presque totalité aux sables crétacés sous-jacents ; aussi le tracé des contours de ces deux formations sableuses est-il des plus difficiles.

Il n'en est pas de même heureusement pour l'Eocène moyen qui montre d'importants affleurements au nord de Goult. Sa composition est très nette et typique pour cette région (par exemple au point marqué *je t'ai vu* sur la carte d'Etat-major). On observe de bas en haut :

1° *Conglomérat épais* ravinant les sables bigarrés, et formés d'éléments bien roulés, d'origine diverse (calcaires crétacés, grès blancs de l'Eocène inférieur).

2° *Marnes brunes*, allant du brun foncé au rouge, avec nombreux grumeaux calcaires.

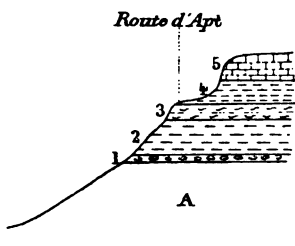
3° *Calcaire grumelleux* et rosé vers le bas, plus compact en haut : *Bulimus Hopri*.

On voit ici un exemple très net de l'indépendance relative de l'Eocène moyen dont le conglomérat de base ravine assez profondément les grès et les sables de l'Eocène inférieur.

Cette indépendance se manifeste encore par une transgression des

couches à *Bulimus Hopei* qui s'avancent sur le plateau des monts de Vaucluse à l'exclusion des sables de l'Eocène inférieur. A Murs,

Fig. 19. — Coupe du Tertiaire au sud de Murs.



A, APTIEN INFÉRIEUR. — EOCÈNE MOYEN. 1, conglomérat; 2, marnes brunes; 3, calcaire grumeleux à *Bulimus Hopei*. — GROUPE D'AIX. 4, marnes verdâtres (Eocène supérieur); 5, calcaires en plaquettes à *Cyrena semistriata* et *gar-gasensis* (Infra-tongrien).

localité située à 16 kilom. au N.-O. de la ville d'Apt, se montre un important lambeau de tertiaire reposant sur le Crétacé inférieur. Un peu au sud du village, en contre-bas du grand tournant de la route d'Apt, on voit s'intercaler entre les marnes de l'Aptien inférieur très réduites et la base du groupe d'Aix un beau lambeau comprenant le conglomérat, les marnes brun-rosées et les calcaires grumeleux de l'Eocène moyen. Le *Bulimus Hopei* abonde dans les bancs marno-calcaires de la partie supérieure et c'est là que se trouve le plus abondant gisement de cette espèce dans toute la région.

La coupe de l'éperon de la route d'Apt, au sud de Murs, est celle de la figure 19.

V. — Revers occidental du Ventoux

Au pied du versant sud-occidental du Ventoux, l'Eocène constitue, entre le Cénomanien et le groupe d'Aix, une bande étroite qui s'étend depuis Méthamis, au sud, jusqu'au delà de Bedoin, sur une longueur d'environ 14 kilomètres. Ces affleurements ont été parfaitement figurés et décrits par M. Leenhardt (1) sous le nom de *sables et argiles plastiques*, d'âge tertiaire indéterminé. Je ne puis mieux faire que de reproduire les excellentes indications de mon savant confrère, que mes observations personnelles dans la région de Méthamis et de Blauvac confirment de tous points.

« Je décris sous ce nom, dit-il, les dépôts très caractéristiques » qui affleurent sur une bande étroite, au pied méridional du Ventoux, entre le Cénomanien et le Sextien. Dans le reste de la région, » on en retrouve quelques lambeaux très réduits, qui remplissent » ordinairement les cavités ou les failles de l'Urgonien et témoignent » d'une extension beaucoup plus considérable.

» Ces dépôts consistent en sables uniquement siliceux, blancs, » rouges, jaunes, plus rarement verts, ordinairement assez fins,

(1) LEENHARDT. Etude géologique de la région du Mont Ventoux, p. 126.

» quelquefois plus grossiers, formés par des grains de quartz blancs
 » ou légèrement colorés; en grès plus ou moins durs avec des lentilles
 » de grès lustrés, des quartzites et des blocs de silex caverneux; des
 » bancs interrompus de grès ferrugineux fournissant sporadique-
 » ment un minerai de fer assez riche, mais peu abondant. Au milieu
 » de ces sables et plus fréquemment à leur partie supérieure, on ren-
 » contre des amas plus ou moins étendus d'argiles plastiques très
 » pures, hariolées, blanches, rouges, violettes, jaunes, parfois noires,
 » bitumineuses et pyriteuses, avec des veines de mauvais lignite. »

Il est facile de retrouver dans cette description les caractères les plus importants des *sables et argiles bigarrés de l'Eocène inférieur*, tel qu'il vient d'être décrit plus haut dans la vallée de la Durance et dans le bassin d'Apt. La seule modification de faciès qu'il importe de faire ressortir est le développement plus grand que prennent les argiles réfractaires de la partie supérieure du système, argiles dont nous avons aperçu seulement un rudiment dans la coupe d'Orgon; ces argiles contiennent même ici des bancs de mauvais lignite que nous retrouverons plus au nord au même niveau.

L'*Eocène moyen* se trouve fort probablement aussi représenté dans la bande du Mont-Ventoux. M. Leenhardt (loc. cit. p. 141) indique au-dessus des *sables et argiles plastiques* entre Vacquières et Jocas, près de Mormoiron, une bande de « calcaires blancs, grumeleux, » avec des centres de formation de silex jaunes translucides, d'aspect plus ancien que les calcaires sextiens en général; ils sont accompagnés de marnolithes jaunes et rouges, ferrugineuses et siliceuses qui accroissent encore les doutes sur l'âge sextien de ces couches. » La description de cette bande calcaire placée à la base du groupe d'Aix rappelle tout à fait à l'esprit les calcaires à silex de l'horizon du *Bulimus Hopei* et, malgré l'absence de ce fossile, il est logique de les rattacher au Lutétien. C'est du reste à ce niveau que MM. Leenhardt et Kilian se sont décidés à les attribuer sur la feuille géologique inédite au 1/80000^e du Buis, d'après une communication verbale que l'un des deux a bien voulu me faire sur cette région.

Il me paraît également très probable que ces divers horizons de l'Eocène existent dans la bande plus septentrionale qui s'étend de Vacqueyras à Suzette, sur le revers sud des montagnes de Gigondas, où leur distinction est rendue difficile par l'apparition de ce curieux faciès de cargneules dit « *horizon de Suzette* » récemment attribué par M. Leenhardt (1) à des phénomènes de métamorphismes filo-

(1) LEENHARDT. Compte rendu de la campagne de 1894 (*Bull. serv. carte géol.*, n° 44, p. 129).

niens. L'existence du groupe éocène dans le massif de Gigondas se trouve même établie d'une manière positive par la découverte signalée par Fontannes d'un bloc peu roulé d'un calcaire blond à nombreux *Planorbis pseudo-ammonius*, trouvé par lui auprès de la grange Peyrier, dans la région de Malaucène ; ce bloc ne peut provenir que du démantèlement d'une assise de calcaire lutétien qui devait affleurer à une petite distance.

VI. — Bassin de Visan

Le vaste bassin crétacé supérieur et tertiaire qui s'ouvre au sud du défilé urgonien de Donzère et s'étend sur le midi de la Drôme et le Haut-Comtat-Venaissin est bien connu des géologues sous le nom de *bassin d'Uchaux* ; je préfère, au point de vue des terrains tertiaires, lui conserver le nom de *bassin de Visan* que lui a donné Fontannes, du nom d'une petite localité fort intéressante pour l'étude du Miocène, située entre Bollène et Nyons. Les formations éocènes prennent une part importante à la constitution du substratum tertiaire de ce bassin.

Nyons. — La coupe du défilé de l'Eygues, en amont de Nyons, a été étudiée successivement par Sc. Gras (1), Lory (2), Fontannes (3) et par M. Fallot (4). Je renverrai aux coupes de détail publiées par les deux derniers de ces savants, tout en adoptant un classement assez différent du leur en ce qui concerne les assises sableuses inférieures de la coupe.

M. Fallot donne entre la Bégude et Nyons la succession suivante de bas en haut :

1. Marnes aptiennes.
2. Calcaires et marnes à *Holaster subglobosus* (Cénomaniens).
3. Calcaires glauconieux.
4. Calcaires blancs à veines de silex.
5. Calcaires blancs ou gris à *Inocérames* et *Ananchyles*.
6. Calcaires marneux à *Inocérames*.
7. Grès gris à *Trigonia limbata* et Turritelles (Sénontien).
8. Grès rutilants ou roux, grossiers.
9. Petit banc d'*Hippurites* du groupe *organisans*.

La découverte intéressante faite par M. Fallot de ce banc d'*Hippurites* permet de classer avec lui en toute certitude les grès

(1) SC. GRAS. Statist. minér. de la Drôme, 1835, p. 120.

(2) LORY. Descr. géol. du Dauphiné, 1861, p. 381.

(3) Le groupe d'Aix, 1885, p. 14, fig. 1.

(4) FALLOT. Etude géol. sur les étages moyens et supérieurs du t. crétacé dans le S.-E. de la France, p. 181, fig. 40 (*Ann. sc. géol.*, t. 18, 1885).

rutilants n° 8 dans le Crétacé (? Danien). Au-dessus viennent les assises suivantes (d'après Fontannes) :

10. Banc de lignite pouvant atteindre 1^m d'épaisseur.
11. Sables rosés et blancs, siliceux ; grès et calcaires gréseux.
12. Argile grise, vert foncé avec lits noirâtres, 20-25^m.
13. Calcaire gris-bleuâtre à taches vertes, à rognons de silix multicolores, alternant avec des argiles vertes et rouges : *Limnées siliceuses*, 12-15^m.
14. Banc calcaire siliceux, noduleux ou bréchoïde ; rognons de silix jaunes dans le haut : *Helix*, *Limnées*, 4-5^m.
15. Marne argileuse grise.
16. Mollasse marine à *Pecten præscabriusculus*.

Fontannes et M. Fallot ont encore attribué au Crétacé le lignite n° 10 et les sables siliceux n° 11. A mon avis, s'il peut encore y avoir doute pour la couche ligniteuse immédiatement superposée au banc d'Hippurites (couche qui peut fort bien représenter les lignites crétacés de Piolenc), il n'en est plus de même pour les sables blancs et rouges siliceux n° 11, avec banc de grès siliceux, qui sont entièrement identiques d'aspect aux *sables bigarrés de l'Eocène inférieur* dans tout le bassin du Rhône ; je n'hésite pas à les attribuer à la base du Tertiaire, soit en raison de cette identité pétrographique, soit aussi à cause de leur recouvrement par les marnes et calcaires de l'Eocène moyen (n°s 12-14), où l'on trouve : *Planorbis pseudo-ammonius*, *Limnaea Michelini*, *Helix? Marioni* caractéristiques de cet horizon. La coupe de l'Eocène inférieur et moyen à Nyons est semblable dans tous ses détails à celles qui ont été décrites plus haut dans la région provençale.

Saint-Paul-Trois-Château. — Les *sables et argiles bigarrés* de l'Eocène inférieur acquièrent dans la région de St-Paul-Trois-Châteaux une magnifique puissance et leurs affleurements de couleurs bariolées, rouge, lilas, jaune, blanche impriment au paysage de cette région un aspect tout particulier et des plus pittoresque.

Dans sa dernière visite à la colline de St-Paul, en août 1894, la Société Géologique a eu l'occasion d'étudier quelques-uns de ces affleurements, dont l'aspect est reproduit en phototypie dans les planches XVIII et XIX du présent *Compte-rendu*. Il manque malheureusement à ces paysages photographiques, pour reproduire une impression exacte, l'extraordinaire vivacité de coloris que prennent sous l'action d'un soleil méridional les ravinements découpés par l'érosion dans ces curieuses formations bigarrées.

La coupe détaillée de St-Paul-Trois-Châteaux, publiée par Fontannes (1), montre d'une manière fort exacte la position stratigra-

(1) FONTANNES. Les ter. tert. sup. du Haut Comtat-Venaissin, 1876, pl. 1, fig. 3.

pique des *sables et argiles bigarrés*, tout à fait discordants sur le Crétacé supérieur qu'ils ravinent et surmontés également en discordance par le conglomérat de base du *Burdigalien* marin. On trouvera dans le compte-rendu de l'excursion de la Société à St-Paul quelques détails sur l'Eocène inférieur de cette colline. Je me bornerai donc à constater ici que la succession est la même que dans les bassins plus méridionaux, c'est-à-dire que la base de la formation est composée exclusivement de sables bariolés siliceux, tandis que des quartzites lustrés et des argiles réfractaires occupent la partie supérieure du dépôt. On ne voit ici aucune trace des calcaires de l'Eocène moyen qui ont dû être enlevés par l'érosion.

Les sables et argiles bigarrés se montrent dans un assez grand nombre de points à la base des collines tertiaires de la région de St-Paul-Trois-Châteaux. On les observe notamment : sur la route de Bollène à St-Remès (voir pl. XIX) ; sur le flanc ouest et nord de la colline de St-Paul ; au sud de Solérieux ; enfin un peu plus au nord vers l'extrémité des éperons crétacés qui se rattachent aux collines de Clansayes. Leurs caractères restent très uniformes dans toute la région.

VII. — Région du Dauphiné et de la Savoie.

En continuant de remonter vers le nord, on rencontre des lambeaux de couches éocènes conservés dans quelques-uns des plis subalpins de la Drôme et de l'Isère, et ces formations s'avancent à l'est jusque dans le Devoluy.

Lory (1) a fait connaître avec une remarquable précision les caractères généraux de ce terrain dans la région du Dauphiné : « La partie inférieure de ces dépôts, dit-il, consiste en sables ou » grès peu cohérents, purement siliceux, blancs ou colorés de » teintes vives, en rouge, en jaune, en vert, par de petites quantités » d'oxydes ou de silicates de fer. Viennent ensuite, en général, des » argiles plastiques non calcarifères, blanches, verdâtres ou violacées ; quelquefois aussi des argiles noires, bitumineuses, avec » traces de lignite. Enfin dans certaines localités, on trouve des » marnes attenant avec un calcaire blanchâtre ou violacé, compact, » siliceux ; ce calcaire est souvent pétri de rognons de silex et de » grains de sables quartzeux au point de passer à une brèche meulière ; il renferme ordinairement quelques coquilles d'eau douce. » Le lecteur de ce mémoire reconnaîtra sans peine dans ce tableau

(1) LORY. Descr. géol. du Dauphiné, p. 381.

la série des horizons éocènes que nous avons pu reconnaître dans le Midi de la vallée du Rhône et il ne manquait à Lory pour être complet que d'établir dans cet ensemble, dont il avait bien vu l'intime connexion, l'âge précis de ces divers termes de l'Eocène inférieur et moyen.

Bassin de Dieulefit. — Le bassin synclinal E.-O. de Dieulefit contient un important lambeau tertiaire déjà décrit par Lory ; il constitue la colline de la Platte entre Dieulefit et Poët-Laval.

Lory (1) donne la succession suivante superposée aux grès sénoniens des Jeannots, et de bas en haut :

- | | |
|---|---------|
| 1. Sables blancs ou jaunâtres par zones alternantes | 20". |
| 2. Argiles pyriteuses avec <i>indices de lignites</i> | 6-8". |
| 3. Alternance de sables et argiles plastiques vertes ou violacées, exploitées pour poteries ; il existe aussi à ce niveau des conglomérats grossiers et des grès siliceux | 20-25". |
| 4. Marnes et calcaires blanchâtres | 10-15". |
| 5. Calcaires blancs à rognons de silex blond : <i>Planorbis pseudo-ammonius</i> , <i>Limnæa Michelinii</i> (<i>aquensis</i> in Lory), à l'état de moules siliceux. | |

La série est tout à fait conforme à celle de Provence avec les horizons, 1. Sables bigarrés, 2. Argiles et quartzites (Sparnacien), 3. Calcaires à *Planorbis pseudo-ammonius* (Lutétien), dont la succession est si constante dans toute la région rhodanienne. Après avoir moi-même visité le bassin de Dieulefit, je ne conserve aucun doute sur ces attributions.

Forêt de Saou. — Le bassin synclinal surélevé par l'érosion connu sous le nom de *forêt de Saou*, dont les escarpements bordent au sud la vallée de la Drôme, contient également un lambeau très bouleversé de l'Eocène inférieur, comprenant des sables rouges et des argiles noires avec couches de lignite qui ont été exploitées. On remarquera la fréquence dans cette région de cet horizon charbonneux à la partie supérieure des sables et argiles bigarrés. Il n'y a ici aucune trace du calcaire de l'Eocène moyen.

Lus-la-Croix-Haute. — Le bassin elliptique de Lus-la-Croix-Haute, à la limite du Devoluy, comprend dans son centre, ainsi que l'a fort bien indiqué Lory, un remplissage éocène, dont la présence atteste la grande extension vers l'est de ce faciès d'eau douce du Tertiaire inférieur.

Lory décrit (2) au-dessus des calcaires sénoniens : d'abord des

(1) LORY. *Loc. cit.*, p. 383.

(2) LORY. *Loc. cit.*, p. 382.

sables fins ou peu colorés, siliceux, débutant en quelques points par une brèche de silex remaniés; puis viennent des argiles plastiques, rouges, violacées, réfractaires; enfin un calcaire gris ou blond, siliceux, en gros bancs, passant en haut à des couches marneuses. Ce calcaire contient, paraît-il, des *Planorbis* et des *Limnées* malheureusement indéterminées jusqu'ici : l'ensemble de ses caractères me paraît devoir le faire attribuer au calcaire lutétien à *Planorbis pseudo-ammonius*, mais la preuve paléontologique reste à faire.

Royans, Vercors. — Les affleurements des sables bigarrés, en général de faible étendue, abondent sur la lisière du Royans et dans les plis synclinaux du Vercors, où ils ont été parfaitement indiqués par Lory dans la Carte géologique du Dauphiné, et dans les feuilles au 1/80000^e de Grenoble et de Vizille.

Au pied des chaînes crétacées du Royans, ils se montrent sous forme d'une bande étirée et discontinue : à Barbières, à Hostun, à St-Nazaire-en-Royans, où ils sont entaillés de profonds ravinements près de l'embouchure de la Bourne; ils y sont recouverts directement par des couches rouges oligocènes difficiles à séparer des sables de l'Eocène inférieur; on les observe encore dans la vallée de St-Jean-en-Royans et à Pont-en-Royans où ils se montrent fortement relevés à l'entrée de la vallée de la Bourne.

Sur les plateaux de Vercors, les sables bigarrés ont laissé quelques petits témoins : à la Balmette, au sud de Villard-de-Lans, où les argiles supérieures contiennent, selon Lory, des lignites autrefois exploités; dans la vallée de Furon, au nord et au sud de Lans; au hameau des Griats, non loin d'Autrans; à la Nalletière, au sud-est de Revon.

Chartreuse et Savoie. — Le massif de la Chartreuse comprend aussi quelques lambeaux de l'Eocène inférieur respectés par l'érosion; c'est pour cette raison que les sables bigarrés ont l'air d'occuper seulement des poches creusées dans les calcaires secondaires, fait qui n'a pas peu contribué à entretenir l'erreur de leur origine éruptive ou hydro-thermale. Les sables siliceux et réfractaires de Voreppe, de Montand, du chemin de Proveyzieux au col de la Charmette (Isère), de St-Christophe et de St-Jean-de-Couz (Savoie), signalés par Lory, appartiennent certainement à ce niveau. Il en est de même des sables siliceux blancs avec minerai de fer qui forment une bande sur le revers oriental de la montagne de la Balme, au nord d'Annecy, et sur les deux flancs du Salève. Ces formations, qui ont reçu, en Dauphiné, sur les cartes détaillées du service géologique, la

notation erronée de e^3 (Eocène supérieur) et sur la feuille récente d'Annecy la notation plus erronée encore de m_m (Infra-Tongrien), sont aux deux points de vue pétrographique et stratigraphique le prolongement évident des sables bigarrés de l'Eocène inférieur du Midi.

VIII. — Bordure du Plateau Central

Les formations éocènes, en particulier les calcaires à *Planorbis pseudo-ammonius* de l'Eocène moyen, occupent de vastes surfaces dans la région du Languedoc, à travers le département de l'Aude, de l'Hérault et du Gard, formant une sorte de bordure plus ou moins continue au pied des Cévennes. Je laisserai de côté, pour le moment, cette importante région éocène pour m'occuper seulement des affleurements voisins de la vallée du Rhône, objet plus spécial de cette note.

Bassin d'Alais. — L'Eocène qui présente d'importants affleurements au sud du Gard, dans la région de Sommières, ne montre plus dans la grande dépression d'Alais qu'un seul lambeau découvert à Navacelles par notre savant confrère, M. Fabre (1), lambeau qui constitue un excellent point de repère pour le classement des assises lacustres inférieures du bassin d'Alais.

Le calcaire gris marneux de Navacelles à *Planorbis pseudo-ammonius* (= *Pl. Leymeriei* in Fabre) et *Limnæa Michelinii*, constitue, d'après les renseignements que m'a donnés M. Fabre, une petite bande dirigée nord-sud, depuis le village de Navacelles jusqu'à la gare de Brouzet. Il sépare nettement les couches oligocènes situées à l'ouest de cette bande, des sables rutilants avec poudingues, qui sont inférieurs à ce calcaire et remplissent l'anse urgonienne du Brouzet. M. Fabre a rapporté à tort le calcaire de Navacelles à l'étage Bartonien. Il résulte de l'ensemble du présent mémoire que ce calcaire correspond sans aucune hésitation à l'étage Lutétien (horizon de Cuques ou bien de Montaignet) et que les sables rutilants qui forment le substratum de ce calcaire sont l'équivalent des sables bigarrés de la rive gauche du Rhône, c'est-à-dire de l'Eocène inférieur.

Entours d'Avignon. — Sur le plateau néocomien qui borde la rive droite du Rhône au S.-O. d'Avignon, entre les villages des Angles et d'Aramon, nos excellents confrères, MM. Nicolas et Peilat ont bien voulu me signaler l'existence de deux lambeaux de

(1) FABRE. *Bull. service Carte géol. de France*, n° 38, 1894, p. 84.

calcaire de l'Éocène moyen situés l'un près de la grange Queyraud, l'autre non loin de la Choisity. Le premier est constitué, d'après les renseignements que m'a fournis M. Pellat, par un calcaire grumeleux avec mauvais moules de *Bulimus Hopei*. L'autre est composé d'un calcaire blanc, compacte, avec nombreux fossiles très bien conservés. J'y ai reconnu : *Planorbis pseudo-ammonius* Voltz, *Limnæa Michelini* Desh. (grosse forme = *aquensis* Math.), *Strophostoma lapicida* Leufroy; un gros *Bulimus* sénestre identique à l'une des espèces non décrites du Montaiguet; enfin deux *Cyclostoma* nouveaux, l'un surbaissé du groupe du *C. dirionense* de Dijon, l'autre élevé rappelant le *C. cadurcense* du Sud-Ouest.

Ces deux gisements appartiennent sans aucune hésitation à l'horizon du Montaiguet, dont la transgression par rapport à l'Éocène inférieur se manifeste ici d'une manière évidente. J'ai noté sur la carte pl. XXIII la position de ces deux affleurements qui ont été oubliés sur la feuille d'Avignon au 80.000^e.

Région de St-Vallier (Douévas, Larnage). — Entre St-Vallier et Tain, le Rhône pénètre en cluse dans les terrains anciens du Plateau Central et laisse sur sa rive gauche un lambeau de granite et de schistes cristallins, qui est la véritable bordure de la dépression tertiaire du bassin du Rhône en ce point. On observe, directement appliquée sur les terrains cristallins, une étroite bande d'une curieuse formation dont l'âge a été fort discuté.

A Larnage, au N.-E. de Tain, on exploite des argiles réfractaires blanches, provenant de la décomposition et du remaniement presque sur place d'une pegmatite très kaolinique dont l'affleurement se voit à l'ouest des exploitations. Rien ne permet ici de préciser l'âge de ces argiles réfractaires intercalées entre la granulite et les sables du miocène marin.

Mais plus au nord, vers le hameau de Douévas, où des terres réfractaires semblables à celles de Larnage sont aussi l'objet d'exploitations, les caractères lithologiques de la formation se précisent. La formation de Douévas consiste en argiles feldspathiques bigarrées, blanches ou lie-de-vin à la base, bleuâtres un peu plus haut; puis vient une masse feldspathique blanche, exploitée, qui contient de gros rognons irréguliers de grès quartzite identique à celui des sables bigarrés éocènes, ainsi que d'énormes concrétions calcédonieuses, en couches ondulées, concentriques, visiblement formées sur place. L'aspect général de la formation, ses teintes bariolées, l'existence du grès quartzite si caractéristique situé au sommet des sables bigarrés comme dans toute la vallée du Rhône, ne

laissent aucun doute dans mon esprit sur l'attribution des couches de Douévas aux sables et argiles bigarrés de l'Eocène inférieur, mais avec un faciès lithologique un peu différent, plus feldspathique dans son ensemble. Cette différence s'explique du reste fort bien par la nature granulitique du massif ancien sur lequel s'appuie cette curieuse formation qui a été à tort notée comme oligocène (m_{iii}) sur la feuille de St-Etienne et considérée avec doute comme peut-être crétacée dans la légende de la même feuille.

L'existence d'un lambeau important des sables bigarrés sur le bord occidental de la vallée du Rhône est des plus intéressantes à constater, parce qu'elle prouve l'extension continue des sables bigarrés dans tout le fond du géosynclinal rhodanien.

Vallée de la Saône. — Les nappes d'eau douce de l'Eocène ont occupé également la vallée de la Saône dans son ensemble depuis Lyon jusqu'aux environs de Gray, mais le faciès des dépôts est parfois assez différent de ceux du bassin du Rhône.

Dans le massif du Mont-d'Or lyonnais, j'ai signalé il y a quelques mois (1) l'existence, à Lissieu, d'un faciès continental de l'Eocène moyen sous la forme d'un remplissage de fentes du calcaire bathonien par des argiles jaunes sidérolithiques, avec minerais de fer en grain et nombreux débris de vertébrés terrestres.

La faune de Vertébrés de Lissieu, nombreuse et très variée, sera un peu plus tard l'objet d'une monographie spéciale. Je me bornerai pour le moment à y signaler les types les plus importants qui suffisent à établir le synchronisme de cette faune avec celle d'Issel (Aude), du Calcaire grossier de Paris, et du Sidérolithique d'Egerkingen en Suisse.

<i>Lophiodon isselense</i> Cuv.	<i>Acotherulum saturninum</i> Gerv.
» <i>rhinoceros</i> Rutim.	<i>Dichobune</i> sp.
<i>Hyrachius intermedius</i> Filh.	<i>Dichodon Cartieri</i> Rutim.
<i>Paloplotherium magnum</i> Rutim.	<i>Phænacodus europæus</i> Rutim.
» <i>cf. codiciense</i> Gaudry	<i>Sciuroides siderolithicus</i> Rutim.
<i>Propalæotherium isselanum</i> Cuv.	<i>Viverra</i> sp.
» <i>minutum</i> Rutim.	Débris d'Oiseaux, de Tortues et autres
<i>Anchilophus Desmaresti</i> Gerv.	Reptiles.
<i>Lophiotherium</i> sp.	

Récemment, j'y ai reconnu la présence de deux spécimens du *Planorbis pseudo-ammonius* Voltz, engagés dans des fragments d'un calcaire lacustre d'une provenance évidemment peu éloignée et qui ont été entraînés dans les fentes sidérolithiques par le démantèlement.

(1) DEPÉRET. C. R. Ac. Sc. Paris, 9 avril 1894.

ment de cette assise calcaire. C'est une confirmation tout à fait précise et importante de l'attribution à l'Eocène moyen (Lutétien) du remplissage sidérolithique de Lissieu, qui a dû se produire sur le bord émergé de la grande cuvette lacustre où se sont déposés les calcaires à *Planorbis pseudo-ammonius*.

Plus au nord dans le Mâconnais et dans le Châlonnais, M. Delafond et moi (1) avons attribué à l'Eocène inférieur, à titre de faciès parallèle aux *sables et argiles bigarrés* de la vallée du Rhône, les importants dépôts d'*argiles à silex*, avec lits épais d'argiles bariolées, exploitées comme terres réfractaires, et de sables siliceux blancs ou rougeâtres. Une partie des éléments de cette formation provient avec évidence de la décalcification de la craie blanche, comme le prouvent les Oursins et autres fossiles silicifiés du Sénonien, que l'on y rencontre ; mais les sables siliceux et les argiles bariolées réfractaires ont une analogie telle avec les sables et argiles bigarrés de la vallée du Rhône que le rapprochement de ces diverses formations est parfaitement vraisemblable.

Je rappellerai enfin que l'on retrouve jusque dans la Haute-Saône, à Talmay (2), au sud de Gray, un lambeau de calcaire compact, rosé, avec *Planorbis pseudo-ammonius*, identique, à tous les points de vue, aux calcaires lutétiens de tout le bassin du Rhône.

RÉSUMÉ

Le système éocène représenté par ses deux groupes *inférieur et moyen* constitue, dans tout le bassin du Rhône, un puissant ensemble *fluvio-lacustre*, à *faciès entièrement d'eau douce*, d'une très vaste extension. La continuité de ces dépôts, démantelés et fragmentés sous l'action des mouvements alpins préoligocènes, et souvent réduits par l'érosion à des lambeaux insignifiants ou même à des remplissages de crevasses, a été jusqu'ici quelque peu méconnue ou du moins les travaux des géologues ne me paraissent pas l'avoir mise en lumière d'une manière assez nette.

EOCÈNE INFÉRIEUR. — Ce groupe se présente sous plusieurs faciès assez différents :

1^o *Faciès marno-calcaire de la Basse-Provence*. — Il est constitué essentiellement par une alternance de marnes et d'argiles rouges et de calcaires lacustres ; les grès et les conglomérats y sont rares et

(1) DELAFOND et DEPÉRET. Les ter. tert. de la Bresse, p. 13 (*Etude des gîtes minéraux de la France*, 1893).

(2) Id., p. 15.

exceptionnels. On peut y reconnaître l'étage *thanétien* représenté par le calcaire de St-Marc à *Physa prisca* (auquel il faut peut-être joindre l'assise des argiles de Vitrolles qui le séparent du Crétacé) et l'étage *sparnacien*, représenté par le calcaire de Langesse à *Limnæa obliqua*, *Physa prælonga* et *Planorbis subcingulatus*. L'étage *yprésien* n'a pu encore être séparé paléontologiquement, et il est probablement représenté sous un faciès de marnes rouges non fossilifères.

3° *Faciès de sables et argiles bigarrés de la vallée du Rhône et de la Durance.* — Ce faciès, où dominent les dépôts détritiques fins, à faciès fluvio-lacustre, se montre aussi bien à l'est du faciès précédent dans le Var, qu'au nord et au N.-O. dans la vallée de la Durance (Orgon, Mérindol). Il se prolonge dans toute la vallée du Rhône par le bassin d'Apt, le Comtat, la Drôme, l'Isère et la Savoie jusqu'au Salève, non loin du lac de Genève. Il forme une large bande qui suit la courbure de l'arc alpin occidental dans la direction de la Suisse et pénètre selon toute vraisemblance dans ce dernier pays.

Dans les points où les dépôts ont été bien préservés de l'érosion, on distingue dans ce faciès de bas en haut les termes suivants :

1. *Sables bigarrés*, alternant à la base avec les marnes et les calcaires daniens de Rognac.
2. *Quartzites lustrés, souvent mouchetés de rose*, à *Limnæa obliqua* (Sté-Pétronille, dans le Var).
3. *Argiles réfractaires bigarrées*.

L'attribution des quartzites à l'horizon du calcaire de Langesse (Sparnacien) est démontrée paléontologiquement par la découverte de *L. obliqua* faite par M. Zurcher dans le Var. Elle entraîne le classement dans le Thanétien des *sables bigarrés* inférieurs et avec plus de réserves celle des *argiles réfractaires* dans l'Yprésien.

3° *Faciès d'argiles à silex de la vallée de la Saône.* — C'est une modification peu importante du faciès précédent avec prédominance des argiles sur les sables siliceux bigarrés. Ces argiles à fossiles sénoniens silicifiés sont en grande partie le résidu du lavage de la craie blanche par les eaux douces éocènes.

EOCÈNE MOYEN. — Le faciès de ce groupe est beaucoup plus uniforme dans tout le bassin du Rhône que celui de l'Eocène inférieur ; il consiste essentiellement en marnes et en calcaires lacustres à pâte fine, compacts, souvent chargés de rognons de silex.

Tantôt l'Eocène moyen est, au point de vue stratigraphique, intimement lié à l'Eocène inférieur avec lequel il présente une continuité absolue de sédimentation, ainsi que cela existe dans le bassin d'Aix et dans quelques parties du Dauphiné (Dieulefit,

Lus). Tantôt, au contraire, il affecte vis-à-vis du groupe des *sables et argiles bigarrés* une certaine indépendance qui se manifeste soit par l'existence d'un conglomérat de base avec phénomènes de ravinement (Goult dans le bassin d'Apt), soit par une transgression du groupe éocène moyen qui repose directement sur les terrains secondaires (Murs, La Bastide des Jourdans, environs d'Avignon, etc.). Néanmoins, dans l'ensemble, la distribution géographique de l'Eocène inférieur et moyen est assez analogue et les deux groupes ont été affectés par les mêmes grands phénomènes de démantèlement et d'érosion avant le dépôt du groupe d'Aix.

Dans la basse Provence, il est possible de distinguer dans l'Eocène moyen un horizon inférieur, le *calcaire de Montauquet* à *Bulimus Hopei* et *Planorbis pseudo-ammonius* (Lutétien moyen et inférieur); et un horizon supérieur, le *calcaire de Cuques* à *Pl. pseudo-ammonius* sans *Bulimus Hopei* (Lutétien supérieur). M. Collot a même distingué un troisième horizon, le *calcaire de St-Pons* à *Planorbis crassus* (Bartonian).

Les horizons du Montauquet et de Cuques se retrouvent, plus ou moins distincts, sur un grand nombre de points du bassin du Rhône; mais je n'ai pu reconnaître, en dehors du bassin d'Aix, d'autre affleurements du calcaire de St-Pons.

Enfin le gisement d'argile sidérolithique avec grains d'oxyde de fer de Lissieu, près Lyon, avec *Planorbis pseudo-ammonius*, et une riche faune terrestre à *Lophiodon*, représente un faciès continental du même groupe de l'Eocène moyen.

La Carte générale (pl. XXIII) jointe au présent mémoire indique l'extension géographique de ces deux grands groupes éocène inférieur et moyen.

NOTE PALÉONTOLOGIQUE COMPLÉMENTAIRE SUR LES TERRAINS TERTIAIRES DE LA BRESSE,

par **Charles DEPÉRET.**

(Pl. XXIV).

Depuis la publication du mémoire de MM. Delafond et Depéret sur les *Terrains tertiaires et quaternaires de la Bresse*, ouvrage dans lequel les auteurs se sont efforcés de donner une description aussi

complète que possible de la paléontologie de ces terrains, de nouvelles trouvailles ont été faites soit dans les gisements déjà connus, soit dans des stations nouvellement découvertes, grâce au zèle de plusieurs de nos confrères, parmi lesquels je suis heureux de citer les noms de MM. Boistel, Berthelin, Sayn, de MM. les abbés Beroud et Tournier. L'ensemble des faits nouveaux observés par ces géologues justifie la présente note complémentaire.

I. — Miocène supérieur fluvio-lacustre (*Etage Pontique*).

1^o ZONE A NASSA MICHAUDI.

Le Miocène supérieur des environs de Lyon débute, on le sait, par une zone de sables ferrugineux avec nombreux nodules marneux et quelques petits galets alpins, bien développée à la base des plateaux d'Heyrieu, et désignée depuis les travaux de Fontannes sous le nom de zone à *Nassa Michaudi*.

La faune de ce niveau saumâtre a été décrite par Fontannes (1) avec un soin qui laissait peu de place aux découvertes ultérieures. En tenant compte des rares rectifications devenues nécessaires depuis le travail du savant géologue lyonnais, la liste des espèces de cet horizon dans le plateau d'Heyrieu est actuellement la suivante :

Hipparion gracile Kaup. Sablière de Toussieu (M. Mermier).

Nassa Michaudi Thioll. Très abondant partout.

Melampus Dumortieri Font. St-Pierre-de-Chandieu.

Auricula viennensis Font. Heyrieu.

Auricula Lorteti Font. Corbellin, près Aoste.

? *Melanopsis Kleini* Kurr. var. *valentinensis* Font. La Fuly.

Vivipara Bertrandi Font.

Bithynia leberonensis Flsch. et Tourn. Heyrieu, Toussieu (dans les galets marneux).

Planorbis heriacensis Font. Plateau d'Heyrieu.

Limnæa Bouilleti Mich. var. *heriacensis* Font. La Fuly, Heyrieu.

Valvata (Boistelia) vallestis Font. La Fuly, Heyrieu (dans les galets marneux).

Cyclostoma Falsani Font. La Fuly.

Helix delphinensis Font. Commune partout.

— *Gualinoi* Mich. Heyrieu, Toussieu.

— *abrellensis* Font. Les Abrets.

— *Escoffieræ* Font. Heyrieu.

— *Chaixi* Mich. var. *heriacensis* Depéret.

Zonites Colonjoni Mich. var. *Planciana* Font.

Triptychia sp.

(1) FONTANNES. Le vallon de la Fuly et les sables à Buccins des environs d'Heyrieu, 1875.

Les faits nouveaux signalés dans cette liste sont : 1° La découverte d'exemplaires bien conservés des grandes Hélices pliocènes d'Hauterives : *Helix Chairi* et *Zonites Colonjoni*, types dont l'apparition dans le bassin du Rhône remonte ainsi jusqu'à la base du Miocène supérieur. Il faut dire pourtant que ces espèces sont représentées à ce niveau par des variétés qu'un examen attentif permet de distinguer des types d'Hauterives : l'*Helix Chairi* est toujours plus petite et plus globuleuse ; le *Zonites Colonjoni* est plus déprimé et son ombilic est moins profond.

2° La coquille décrite par Fontannes sous le nom de *Valvata vallestria* présente dans la forme de l'ombilic des caractères tout spéciaux qui ont été remarqués pour la première fois par notre confrère M. Boistel sur un échantillon d'Heyrieu et retrouvés par lui sur les types de la collection Fontannes à l'Ecole des Mines de Paris. Cette coquille, dont la forme générale est celle d'une *Valvata*, se distingue des espèces de ce genre par l'existence d'une *carène spirale saillante dans l'intérieur de l'ombilic*. On pourrait penser à la rapprocher génériquement du *Michaudia Falsani* Tourn., des marnes de Pérouge (1), dont l'ombilic est également muni d'un funicule saillant. Mais la structure de l'ombilic est toute différente : dans le *Michaudia*, la paroi ombilicale est creusée d'une rainure profonde qui s'enfonce dans l'axe de la coquille et c'est le rebord de ce canal qui constitue une saillie columellaire, tandis que dans le *Valvata vallestria*, la carène est en relief sur la surface plane de l'ombilic. De plus la forme générale de la coquille de *Michaudia* est fort éloignée de celle des Valvées ordinaires, le dernier tour étant très élevé, globuleux et subcaréné à sa partie supérieure. Le *Valvata vallestria* mérite donc de former le type d'une section nouvelle du groupe des Valvées et je propose de la désigner sous le nom de *Boistelia*, en souvenir du premier observateur de ses caractères spéciaux. La figure 8 de la planche XXIV est destinée à mettre en évidence cette curieuse disposition.

2° MARNES A LIGNITES ET FOSSILES D'EAU DOUCE

Au-dessus des couches saumâtres de l'horizon précédent, on observe dans la région lyonnaise une puissante masse de sables fins, mollassiques, avec intercalation de marnes parfois ligniteuses et contenant des Mollusques d'eau douce et terrestres, parmi les-

(1) LOCARD. Rech. paléont. sur les dépôts tertiaires du Pliocène inf. de l'Ain, 1883, p. 80, pl. III, fig. 12-14.

quels l'*Helix delphinensis* Font. est le plus abondant dans toutes les localités.

J'ai eu l'occasion de décrire, avec M. Delafond, à partir de la colline de la Croix-Rousse à Lyon, toute une série d'affleurements de ces couches miocènes d'eau douce le long de la lisière occidentale du Jura : à Priay, Pont-d'Ain, Douvres, St-Jean-le-Vieux, Soblay et plus au nord jusqu'à Orbagna ; ces couches ont été affectées par les derniers mouvements alpins au point de se présenter parfois en couches verticales ou même renversées sur la bordure de la chaîne. J'ai fait connaître en même temps la faune de Mammifères de ces marnes à la lignite à la Croix-Rousse, à St-Jean-le-Vieux et à Soblay, faune tout à fait comparable à celle de Leberon et de Pikermi. La faune de Mollusques fluvio-terrestres de ces mêmes couches est très analogue à celle de la zone à *Nassa Michaudi*, avec des affinités pliocènes encore plus accentuées.

M. Boistel a découvert et décrit à Ambérieu (1) un nouveau et intéressant gisement de cet horizon avec Mammifères et Mollusques terrestres. D'autre part, le gisement déjà connu de Soblay a fourni à MM. les abbés Beroud et Tournier des pièces intéressantes qu'il était utile de faire connaître.

1. *Gisement des lignites de Soblay.* — J'ai signalé déjà dans ce gisement les Mammifères suivants (*Bresse*, p. 42).

Sus major Gervais.

Rhinoceros Schleiermacheri Kaup.

Hipparion gracile Kaup.

Mastodon turicensis Schinz.

Castor Jegeri Kaup.

Protragocerus Chantrei Depéret, race *major*.

Il faut ajouter à ces espèces :

Sus palaeochærus Kaup. — D'après une belle série de molaires inférieures, un fragment de mâchoire portant la dernière molaire supérieure et quelques autres fragments. Ces pièces, offertes par M. l'abbé Beroud à la Faculté des sciences de Lyon, indiquent un sanglier d'un bon tiers plus petit que le *Sus major* du Leberon et correspondent tout à fait pour les détails et les proportions au *Sus palaeochærus* Kaup, d'Eppelsheim, espèce que j'ai citée déjà (2) au même niveau dans les lignites de la Tour-du-Pin (Isère), d'après des molaires qui sont au Muséum de Lyon.

Gazella desperdita Gervais. — Détermination soumise à quelque réserve et faite d'après une extrémité supérieure de métatarse et une 2^e phalange identiques aux pièces correspondantes de Leberon.

(1) BOISTEL. *B. S. G. F.*, Sér., t. 21, p. 299.

(2) *Arch. mus. Lyon*, t. IV, p. 48.

J'ai du reste signalé l'espèce à la Croix-Rousse d'après une cheville de corne (Mus. Lyon) ce qui rend fort probable l'existence de ce Gazelle à Soblay.

Hyæna eximia Roth et Wagn. (pl. XXIV, fig. 15). — M. l'at Tournier m'a communiqué un fragment de mandibule du c droit portant en place la canine et les 2^e et 3^e prémolaires. En la canine et la 2^e prémolaire, le bord de l'os a été raclé, manière qu'il est impossible de saisir, s'il existait un alvéole p une 1^{re} prémolaire, comme dans le type de Pikermi. La 2^e et la prémolaires se touchent et la dernière présente même un lè chevauchement en dehors. Ces dents ne montrent pas de tal antérieur en avant du denticule principal, caractère important c se retrouve dans l'*Hyæna eximia* de Pikermi, dans l'*H. arvernensis* de Perrier et aussi dans le type *H. crocuta* quaternaire et actuel l'*H. Chæretis* de Pikermi, l'*H. perrieri* d'Auvergne et l'*H. striata* actuelle ont au contraire un talon antérieur bien marqué à la prémolaire. Le denticule médian des prémolaires de Soblay dev être assez élevé, mais il est fort diminué par l'usure. Le tal postérieur est bien développé et s'élève assez haut sur le bo du denticule principal.

En somme, la pièce de Soblay ressemble beaucoup à l'*H. eximia* par la forme courte et élevée des prémolaires et par l'absence de ces dents de talon antérieur. Je pense qu'on peut la réunir à cette espèce, malgré quelques légères différences telles que : le tal postérieur des prémolaires un peu plus allongé; une canine proportion plus faible; l'existence de deux orifices vasculaires au lieu d'un seul sur la face externe de la mandibule. Ainsi que l'a bien montré M. Gaudry, l'*H. eximia* peut être considérée comme type ancestral du groupe de l'*H. crocuta* de l'Afrique centrale.

L'espèce était connue à Pikermi et au mont Leberon; elle n'avait pas été encore citée dans le Miocène supérieur de la région lyonnaise.

2. *Gisement d'Ambérieu*. — M. Boistel a recueilli dans une vigogne du parc du château Tricaud et sur un second point un peu à l'écart du précédent, au lieu dit *Peillotan*, des fragments de Mammifères qu'il a soumis à l'examen de M. Gaudry; l'éminent professeur du Muséum y a reconnu les espèces suivantes, qui caractérisent bien l'horizon de Pikermi :

Dinotherium giganteum Cuv.

Hipparion gracile Kaup.

Sus plus petit que le *major*.

Rhinoceros sp.

Tragocerus amathæus Roth et Wagn.

Cervus de petite taille.

? *Gazelle* sp.

Hyæna sp.

Marte.

? *Testudo marmorata* Gaudry.

Il m'a été possible, grâce à l'obligeance de M. Boistel, de comparer directement les débris précédents et d'autres plus récemment recueillis, avec les pièces plus complètes de Soblay et de la Croix-Rousse conservées à Lyon, et d'ajouter ainsi quelques détails à ceux qu'a déjà donnés mon savant maître.

Sus palæochærus Kaup. — Une molaire inférieure de *Sus* du nouveau chemin des Allymes est tout à fait semblable par sa grandeur et sa forme aux molaires du *Sus palæochærus* Kaup, signalé ci-dessus à Soblay et à La Tour-du-Pin et je pense pouvoir l'inscrire sous ce même nom.

Hyæna eximia Roth et Wagn. — La canine d'*Hyæna* est aussi exactement semblable à la canine inférieure de la mandibule d'*Hyæna eximia* de Soblay, figurée pl. XXIV, fig. 15; elle indique de même une race un peu plus petite que le type de Pikermi mais que j'attribue à la même espèce.

Cervus aff. *Matheroni* Gerv. — Les molaires (pl. XXIV, fig. 14) et les fragments de bois du petit *Cervus* sont de la taille de ceux du *Cervus Matheroni* Gerv. du Leberon; on peut supposer qu'ils se rapportent à cette espèce.

Testudo amberiacensis n. sp. — La Tortue de terre désignée par M. Gaudry avec doute sous le nom de ? *Testudo marmorum* Gaudry, peut maintenant être étudiée d'une manière plus précise, grâce à de nombreux fragments recueillis par M. Boistel. Une pièce nuchale (pl. XXIV, fig. 11), et un *entosternum* (pl. XXIV, fig. 12) entiers fournissent en particulier des caractères importants.

La Tortue d'Ambérieu a quelques rapports avec la *T. marmorum* notamment par l'absence d'écaille nuchale; mais elle en diffère spécifiquement : 1° par sa pièce nuchale bien plus large que longue, au lieu d'être allongée d'avant en arrière; et plus profondément échancrée sur la ligne médiane; 2° par sa 1^{re} écaille vertébrale également plus large, terminée en avant par un angle obtus au lieu de présenter une pointe aiguë comme dans la Tortue de l'Attique; 3° par son *entosternum* de forme toute différente: cet os est pentagonal avec un bord postérieur presque transverse et une pointe antérieure assez aiguë; dans la *T. marmorum*, le côté antérieur se termine par un angle obtus, tandis que le bord postérieur est prolongé en une pointe assez aiguë; 4° par ses dimensions un peu plus fortes.

L'espèce d'Ambérieu est bien plus voisine de la Tortue du Pliocène

moyen de Perpignan, que j'ai décrite sous le nom de *Testudo pyrenaica* (*Mém. paléont. Soc. géol. France*, 1895) ; cette dernière s'en distingue pourtant par sa pièce nuchale moins étalée en travers, et moins échancrée en avant sur la ligne médiane ; par sa 1^{re} écaille vertébrale à angle antérieur moins obtus ; par son entosternum moins prolongé en pointe en avant, à bord postérieur moins nettement transverse, à angles latéraux plus saillants. La taille devait être sensiblement la même dans les deux espèces (longueur de la boîte osseuse, environ 0,23). Il me paraît certain que les *Testudo marmorum*, *pyrenaica* et *amberiacensis* appartiennent à un même groupe naturel d'espèces du Miocène supérieur et du Pliocène, groupe éteint qui présente seulement des affinités éloignées avec quelques formes actuelles de l'Afrique australe.

Je propose de donner à la nouvelle espèce trouvée à Ambérieu le nom de *Testudo amberiacensis*, en souvenir de l'important gisement miocène d'Ambérieu. M. Boistel a bien voulu offrir ces pièces typiques à la Faculté des sciences de Lyon.

La faune de Mollusques de gisement d'Ambérieu a été étudiée par M. Boistel ; elle comprend la liste suivante :

<i>Zonites Colonjoni</i> Mich. var. <i>Plan-</i>	<i>Limnæa Bouilleti</i> Mich. ? var. <i>heria-</i>
<i>ciana</i> Font.	<i>censis</i> Font.
<i>Helix Chaixi</i> Mich. var. <i>heriacensis</i> .	<i>Testacella Deshayesi</i> Mich.
Dep.	<i>Planorbis Philippii</i> Loc.
<i>Helix delphinensis</i> Font	» <i>heriacensis</i> Font.
<i>Triptychia Terveri</i> Mich.	<i>Pupa</i> sp.
<i>Clausilia Haudoni</i> Mich.	

Cette faune a la plus grande analogie avec celle des marnes blanches de la Croix-Rousse, étudiée par Fontannes.

II. — Pliocène inférieur lacustre.

1^o ASSISE INFÉRIEURE. *Marnes de Mollon.*

Les *marnes de Mollon*, épaisses d'une quarantaine de mètres, comprennent deux horizons fossilifères, l'un vers la base (*horizon de Mollon-rivière*), l'autre vers le haut (*horizon de Mollon-ravin*).

A l'horizon de la base se rapportent les gisements suivants, nouvellement fouillés par M. Boistel :

Gisement de Martinaz. — La liste des espèces de ce gisement, situé sur la rive gauche de l'Ain, un peu en aval de Mollon, et qui affleure seulement à l'époque des basses eaux, est la suivante :

<i>Unio atavus</i> Partsch, var. <i>Sayni</i> Font.	<i>Nematurella lugdunensis</i> Tourn.
» » » » <i>ectata</i> »	<i>Planorbis Philippii</i> Loc.
<i>Anodonta</i> sp.	Valves de <i>Cypris</i> .
<i>Nematurella ovata</i> Bronn.	

Gisement de St-Denis-le-Chosson. — Dans les marnes de cette colline, située un peu au S.-E. d'Ambérieu, sur la rive gauche de l'Albarine, M. Boistel a recueilli une faune très analogue à la précédente.

<i>Unio atavus</i> Partsch, var. <i>Sayni</i> Font.	<i>Bithinia leberonensis</i> Fisch. et T., var.
» » » » <i>ectata</i> »	<i>delphinensis</i> Loc.
<i>Nematurella ovata</i> Bronn.	

A l'horizon supérieur appartiennent les gisements du ravin de Mollon, et de Pérouges, près Meximieux.

Gisement de Mollon-ravin. — La faune de ce gisement a été décrite dans : *La Bresse* (p. 62). Il faut ajouter à cette liste deux espèces importantes :

Valvata marginata Mich. Espèce des marnes d'Hauterives, recueillie à Mollon par M. Boistel; ce type avait déjà été indiqué en Bresse dans les marnes de Pérouges par M. Locard, mais je n'avais pu le retrouver.

Emmericia pliocenica Sacco (pl. XXIV, fig. 10).

MM. Berthelin et Sayo ont découvert simultanément, en lavant avec soin les marnes du ravin de Mollon, plusieurs exemplaires d'une *Emmericia* qui paraît identique à l'espèce du Pliocène de Fossano (Piémont), décrite par M. Sacco d'abord sous le nom de *Stalioa pliocenica* (*Mem. Acad. Torino*, 1836, t. 37, pl. 1, fig. 9), et reportée plus tard (*Id.* t. 39, p. 84) au genre *Emmericia*. Cette espèce est caractérisée par sa spire courte, à sommet obtus, ses tours convexes, le dernier quelquefois variqueux près de l'ouverture; et surtout par son péristome réfléchi, épaissi *mais non canaliculé*, comme cela existe dans plusieurs espèces des couches à Paludines du Danube. L'*E. pliocenica* peut à bon droit être considérée comme le précurseur de l'*E. patula* actuelle de Dalmatie qui en diffère fort peu.

Gisement de Pérouges. — A la liste déjà longue des fossiles des marnes de Pérouges (*Bresse*, p. 65), il convient d'ajouter, d'après les recherches de M. Boistel :

Carychium tetrodon Paladilhe. — Cette espèce dont le type pro-

vient des marnes de Cellneuve, près Montpellier (1), se trouve à Pérouges associé au *C. pachychilus* Sandb., dont elle se distingue seulement par la présence de trois dents saillantes sur la columelle au lieu d'une seule. La dent médiane, qui est la plus forte, se montre seule chez le *C. pachychilus* typique; mais on observe assez souvent des formes de passage entre les deux espèces, comme celui que j'ai figuré dans *la Bresse*, pl. VII, fig. 53, où la columelle est bidentée. D'après cette observation, je pense qu'il y aurait peut-être avantage à réunir les deux formes.

Vitrina (Semilimax) Ludovici n. sp. pl. XXIV, fig. 9 et 9^a.

Diagnose. — *Testa depressa, supra fere plana; subtus convexa, angulosa; anfractus 2, celeriter crescentes; apertura leviter obliqua, ovalis, subtus angulosa, supra leviter arcuata; margine columellari valide excavato, fere recto.*

Par la forme extrêmement déprimée de la spire qui se compose seulement de deux tours à croissance rapide, cette nouvelle Vitrine rentre dans la section du *Semilimax* Stable, qui comprend les *Vitrina brevis, diaphana, glacialis*, etc., de la faune actuelle. Elle est particulièrement caractérisée par son bord columellaire presque droit, ce qui détermine une forte convexité de la base de la coquille; et par la *forme très anguleuse* du bord buccal inférieur.

Je ne connais parmi les rares formes fossiles de *Vitrina* jusqu'ici décrites aucune espèce qui se rapproche de l'espèce de Pérouges. La *Vitrina intermedia* Reuss de l'Oligocène de Tuchoric et la *V. puncticulata* Sandb. de Hochheim sont plus convexes en dessus, moins saillantes en dessous, avec une columelle plus courte et une bouche régulièrement ovalaire, non anguleuse. La *V. suevica* Sandb. du calcaire d'eau douce miocène de Steinheim, a une spire plus saillante en dessus et le dessous est beaucoup plus aplati, avec une columelle oblique qui se continue en courbe régulière avec un bord buccal non anguleux. M. Sacco a signalé dans le Pliocène supérieur du Piémont (Villafranchien) une Vitrine qu'il rapporte à *V. brevis* Fer. (2) actuelle et qui a quelque rapport avec l'espèce bressane par la forme droite du bord columellaire et par le bord buccal légèrement anguleux en dessous; la spire du type italien est cependant plus saillante et l'ouverture buccale plus grande en proportion; je ne pense pas qu'elle se rapporte à la même espèce.

(1) PALADILHE. Et s. l. coq. foss. de marnes plioc. lac. des environs de Montpellier (*Revue de sc. nat. Montp.* 1873, t. II, p. 56, pl. II, fig. 28-30).

(2) SACCO. *Mem. Acad. Torino*, 1889, t. 39, pl. I, fig. 12.

Cette *Vitrina* est représentée par un unique échantillon qui sera le type d'une nouvelle espèce dédiée à M. Louis Boistel, en souvenir de son zèle dans l'exploration des gisements de la région d'Ambérieu.

2° ASSISE MOYENNE. *Sables de Mollon et de Rignieu.*

Les marnes de Mollon sont surmontées le long des berges de l'Ain par une masse de sables mollassiques divisée par une intercalation marneuse en deux parties : à la base les *sables de Mollon* ; au sommet les *sables de Rignieu-le-Franc* et de *St-Eloi*, près Meximieux. Les marnes intercalées dans la formation sableuse sont fossilifères un peu plus au sud à Sermenaz, près Miribel.

Gisement du ravin de Sermenaz. — Les espèces très intéressantes de ce gisement ont été énumérées dans *La Bresse* (p. 117 et suiv.). M. Boistel a recueilli en outre :

Planorbis Bigueti Font. (pl. XXIV, fig. 7 et 7^a).

Ce petit Planorbe, si bien caractérisé par sa face inférieure extrêmement convexe, n'était jusqu'ici connu que dans le Miocène supérieur de Montvendre (Drôme) et de la Croix-Rousse (place Colbert); on ne l'avait pas encore trouvé dans le Pliocène de La Bresse, où sa découverte vient ajouter un lien de plus entre les faunes lacustres si semblables et si difficiles à distinguer du Pontique et du Pliocène inférieur.

Bithinia sermenazensis Boistel (pl. XXIV, fig. 5).

Diagnose. — *Testa ovata-elongata, apice acuta, lævis, angustissime perforata. Anfractus sex, satis convexi, sutura mediocri separati; ultimus dimidiam partem totius testæ vix superans; apertura oblique ovata, postice vix angulata.* Alt. 9^{mm}5; lat. 4^{mm}2.

Cette Bithynie se distingue aisément de la forme *leberonensis* et de ses variétés pliocènes par sa grande taille, par sa spire très allongée et effilée, par ses tours régulièrement convexes, l'avant-dernier n'étant pas en proportion plus renflé que les autres, comme cela a lieu dans le type miocène du Leberon, et du Pliocène inférieur de la Bresse.

Un seul exemplaire a été recueilli par M. Boistel dans le bassin de Sermenaz.

Bithinia Berthelini Boistel (pl. XXIV, fig. 6).

Diagnose. — *Testa ovata-conoidea, imperforata; spira brevis. Anfractus 5, parum convexi, sutura aliquantum scalaris separati; ultimus*

magnus, $5/8$ totius testæ æquans, valide applanatus, fere cylindricus. Apertura oblique ovata, postice angulata. Long. 8^{mm} ; latit. 4^{mm} 1.

Cette Bithynie se reconnaît aisément à sa spire courte, à la grande hauteur du dernier tour qui est de forme aplatie, au point de paraître presque cylindroïde et de donner en même temps au dernier tour de spire un aspect légèrement scalariforme.

Un seul exemplaire trouvé dans le ravin de Sermenaz par M. Boistel.

Remarque. — Les deux Bithynies nouvelles ci-dessus décrites sous le nom de *B. sermenazensis* et *B. Berthelini* sont tellement différentes par leur profil général de la forme ordinaire que l'on trouve en abondance dans le ravin de Sermenaz (*B. leberonensis* var. *neyronensis* Loc.) qu'il a paru impossible de ne pas les décrire comme espèces distinctes. Il est vrai qu'elles ne sont représentées chacune que par un seul spécimen et que peut-être la découverte ultérieure d'échantillons intermédiaires pourra permettre de les considérer seulement comme des variations extrêmes du type *B. leberonensis* dont le polymorphisme est si remarquable dans le Pliocène bressan ; il serait toujours intéressant, même dans ce cas, de les distinguer à titre de variétés très aberrantes.

Sables de Rignieu-le-Franc. — Ce gisement, déjà signalé dans *La Bresse* (p. 85) a été depuis exploré avec soin par M. Boistel qui y a recueilli les espèces suivantes déjà connues dans la région :

Zonites Colonjoni Mich.
Helix delphinensis Font.
— *Chaixi* Mich.

Triptychia Terveri Mich.
Testacella Deshayesi Mich.
Limnæa Bouilleti Mich.

D'autres sont nouvelles soit pour la région, soit comme formes non décrites ; ce sont les suivantes :

Helix Theodori de Stefani (pl. XXIV, fig. 3 et 3^b).

Cette espèce, dont un seul exemplaire a été recueilli par M. Louis Boistel, me paraît bien voisine du type du Pliocène de Poggio Mirteto (Toscane), décrit par M. de Stefani (*Molluschi continent. plioc. d'Italia* 1876-1884, p. 120, pl. IV, fig. 1) d'abord sous le nom d'*H. Fuchsi*, rectifié ensuite en celui d'*H. Theodori* de Stef. ; la figuration donnée par l'auteur est cependant très défectueuse, surtout pour la bouche.

Ainsi que le fait remarquer M. de Stefani, cette *Helix* carénée, à péristome réfléchi, se rattache au type *H. lapidicites* Boubée, de l'Eocène supérieur de Mas St^e-Puelles (Aude), et d'autre part, doit être considérée comme le précurseur de *H. lapicida* L. actuel, qui

en diffère à première vue : par son large et profond ombilic, tandis que la forme pliocène est imperforée, et par sa spire plus plate, à tours contigus, non étagés.

L'*Helix* de Rignieu a aussi des rapports avec l'*H. Chaignoni* Locard, des environs de Condal, qui est cependant plus élevé comme spire ; pourvu d'une carène plus marquée sur le dernier tour et qui de plus présente une perforation ombilicale peu profonde, au lieu d'être imperforé. Le péristome est fort semblable dans les deux espèces.

Zonites Boisteli n. sp., (pl. XXIV, fig. 2 et 2^b).

Diagnose. — *Spira depressa, vix conoidea, basi satis convexa, umbilico profundo perforata. Anfractus (probabiliter) 6, sutura mediocri disjuncti; costulis, transversis, obliquis, numerosis ornati; rotundati, vix in ultimo anfractu subcarinati.*

Cette coquille, dont M. Boistel a recueilli trois exemplaires, malheureusement tous dépourvus de leur dernier tour, diffère nettement de tous les *Archæozonites* décrits dans l'Oligocène et le Miocène : ainsi les *A. Haidingeri* Reuss et *semitplanus* Reuss, de Turoic, l'*A. costatus* Sandb. de la mollasse d'eau douce supérieure, sont plus nettement carénés à la périphérie de leurs tours de spire ; l'*A. subverticillus* Sandb. de l'Oligocène de Mayence, l'*A. subangulosus* Banz d'Ehingen, l'*A. subcostatus* Sandb. d'Oeningen ont des tours ronds à la périphérie, mais la spire est beaucoup plus élevée. C'est du *Zonites algirus* actuel que l'espèce bressane se rapproche le plus ; elle ne s'en distingue même que par ses tours de spire plus plats, à sutures moins profondes ; par sa costulation plus apparente et plus régulière ; par son ombilic plus étroit et moins profond. On peut cependant à bon droit regarder le *Zonites Boisteli* comme le précurseur de *Z. algirus*, qui vit actuellement sur le littoral méditerranéen. Aucune forme pliocène analogue n'a été jusqu'ici indiquée par les auteurs.

Neritina transversalis Ziegler (pl. XXIV, fig. 4 et 4^a).

M. Boistel a recueilli un unique spécimen de cette Nérutine caractéristique des couches à Paludines de la vallée du Danube, où on la rencontre depuis la base jusqu'au sommet du Levantin. Elle est facile à reconnaître à la dépression très marquée qui suit le dessus de la spire près de la suture et qui détermine une sorte de carène obtuse à la jonction de cette région déprimée avec le reste de la surface du dernier tour. Cette dépression est même plus profonde dans l'échantillon de Rignieu que dans les sujets de la vallée du

Danube auxquels je l'ai comparé; ces derniers ont en même temps un dernier tour relativement un peu plus haut.

La présence de cette espèce levantine est un lien de plus avec le faciès des couches à Paludines de l'Orient.

Sables de St-Eloi. — Les sablières de St-Eloi qui font suite à celles de Rignieu et appartiennent au même niveau, contiennent d'après les recherches de M. Boistel :

Zonites Colonjoni Mich.

Helix Chairi Mich.

Triptychia Terveri Mich.

Helix abrettensis Font., pl. XXIV, fig. 1.

Cette dernière espèce a été décrite par Fontannes (*Vallon de la Fuly*, pl. I, fig. 6), du Miocène supérieur du plateau d'Heyrieu; elle n'avait pas été encore trouvée dans le Pliocène et elle vient augmenter le nombre des formes communes entre le Pontique et le Pliocène de la région bressane, dont les faunes lacustres sont de plus en plus difficiles à distinguer.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIV

Fig. 1. *Helix abrettensis* Font.

— 2, 2^a, 2^b. *Zonites Boisteli* n. sp.

— 3, 3^a, 3^b. *Helix Theodori* de Stef.

— 4, 4^a. *Neritina transversalis* Ziegl.

— 5. *Bithinia sermenazensis* Boistel.

— 6. — *Berthelini* Boistel.

— 7, 7^a. *Planorbis Bigueti* Font. 3/1.

— 8. *Valvata vallestria* Font. 3/1.

— 9, 9^a. *Vitrina Ludovici* n. sp. 3/1.

— 10. *Emmericia pliocenica* Sacco, 3/1.

Fig. 11. *Testudo amberiacensis* n. sp.

Plèce nuchale.

— 12. *Id.* Entosternum.

— 13. *Gazella deperdita* Gerv. métatars.

— 14. *Cervus* aff. *Matheroni* Gaudry. Molaire supérieure.

— 15. *Hyæna eximia* Roth et Wagn. Partie de mandibule.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS LES COMPTES RENDUS DES SÉANCES

	Pages
Elections	IV
ZEILLER. — Remerciements à la Société	V
GOSSELET. — Allocution présidentielle	V
A. GAUDRY. — Présentation d'ouvrage	VI
HAUG. — id.	VII
SEUNES et LEBESCONTE. — Coupe suivant le profil en long de la voie ferrée de Saint-Médard à Saint-Germain- sur-Ille.	VII
M. BERTRAND. — Sur la structure des Alpes françaises.	X
HAUG. — Observations.	XI
M. LUGEON et P. JACCARD. — Découverte de Gyroporelles dans le Trias du Chablais	XIII
REPELIN. — Constitution géologique du massif de Soumata et d'Hammam Rirha	XIV
KILIAN. — Réflexions sur le parallélisme du Valanginien jurassien avec le Crétacé inférieur de la région delphino-provençale. . .	XIV
id. Découverte d'Ammonites au col de Martignare (au nord de la vallée de la Romanche	XV
FICHEUR. — Observations au sujet de la note récente de M. Peron « sur le Tertialre supérieur de l'Algérie ».	XVI
DE GROSSOUVRE. — Sur l'âge des couches de Gosau.	XIX
DE MARGERIE. — Présentation d'un ouvrage de M. de Launay. . . .	XXI
id. id. id.	XXII
HAUG. — Présentation d'une note de M. Kilian.	XXII
M. BERTRAND. — Observations.	XXIII
GOSSELET. — Présentation d'ouvrage.	XXIII
BOULE. — id. d'un mémoire de M. Marty	XXIV
M. BERTRAND. — Sur l'âge des schistes lustrés de la Maurienne et de la Tarentaise.	XXIV
BRIVE. — Terrains miocènes de la région de Carnot (Algérie). . . .	XXVII
WELSCH. — Présentation de note.	XXVIII
M. BERTRAND. — Présentation d'ouvrage	XXIX
GOSSELET. — Présentation d'un ouvrage de M. de Rouville	XXIX
DEPÉRET. — Communication sur un os d' <i>Epysaurus</i>	XXIX
BOULE. — Observations	XXIX
M. BERTRAND. — Présentation d'une note de M. Zurcher sur le mode de formation des plis de l'écorce terrestre.	XXIX
Id. Origine de certains gypses du Trias alpin.	XXX
E. FALLOT. — Nouvelles observations au sujet de la classification et du parallélisme des assises néogènes	XXXI

LEEHNARDT. — Présence du <i>Mastodon angustidens</i> dans les couches à <i>Cardita Jouanneti</i> des environs d'Avignon	XXXIII
DEPÉRET. — Observations	XXXIV
BERGERON. — Note en réponse à un mémoire de MM. de Rouville, Delage et Miquel	XXXIV
BOULE. — Rectification au procès-verbal	XXXIX
ZEILLER. — Présentation d'une note de M. de Saporta	XXXIX
CAREZ. — Présentation d'ouvrage	XL
ZEILLER. — Observations sur la flore des couches permienes de Trienbach (Alsace)	XL
M. BERTRAND. — Observations sur un travail de M. Briart	XLII
Id. — Observations sur une note de M. Lawson	XLII
DEPÉRET. — Note sur la classification et le parallélisme des assises établis par M. E. Fallot	XLII
DE ROUVILLE et DELAGE. — Observations sur la note de M. Bergeron . .	XLIV
GOSSELET. — Observations sur les terrains quaternaires et récents de la vallée de la Lys	XLIV
COTTEAU. — Présentation d'ouvrage	XLVII
A. GAUDRY. — Présentation d'un mémoire de M. Forsyth Major	XLVII
HAUG. — Présentation d'une note de M. Nolan	XLVIII
Id. — Les zones tectoniques des Alpes de Suisse et de Savoie	XLVIII
M. BERTRAND. — Observations	L
ZEILLER. — Allocution présidentielle	LI
HAUG. — Présentation d'ouvrage	LVI
DE MARGERIE. — Observations	LVI
LEMOINE. — Les Reptiles et les Poissons fossiles des environs de Reims .	LVI
M. BERTRAND. — Présentation d'une note de M. de Grossouvre sur la Craie grise	LVII
M. BERTRAND. — Observations	LVIII
GOSSELET. — Observations	LIX
BLEICHER. — La structure de certaines rouilles et leur analogie avec celles des minerais de fer sédimentaires	LIX
BOULE. — Communication sur plusieurs points de la géologie du Massif Central de la France	LX
RAULIN. — Terrains tertiaires des bassins de l'Allier et de la Loire supérieure	LXI
CAREZ. — Observations sur le travail de M. Roussel : Etude stratigraphique des Pyrénées	LXII
BOULE. — Sur un gisement de silex taillés quaternaires des environs du Havre	LXV
A. GAUDRY. — Fouilles de M. Harlé à Montsaunès	LXV
DE LAPPARENT. — Sur un gisement à <i>Homalonatus</i> à Domfront	LXV
G. DOLLFUS. — Sur des graviers fluviaux pliocènes entre Moret et Paris .	LXVI
BOULE. — Observations	LXVII
DOUVILLÉ. — Présentation d'une note de M. de Grossouvre	LXVII
STUART-MENTEATH. — Sur le Cénomanien des Pyrénées Occidentales . .	LXVIII
ROUSSEL. — Réponse à la communication de M. Carez	LXXII
HAUG. — Présentation d'une note de M. Killian	LXXVI
BOULE. — Présentation d'ouvrage	LXXVII
A. GAUDRY. — Sur les fouilles de M. Harlé à Montsaunès	LXXVIII

CAYEUX. — Les Radiolaires du Précambrien de Bretagne	LXXXIX
LABAT. — Le Vésuve et les sources thermo minérales	LXXXIX
STUART-MENTEATH. — Sur le Flysch de Biarritz et Saint-Sébastien . . .	LXXXI
Ch. JANET. — Transformation artificielle en gypse du calcaire friable des fossiles des sables de Bracheux	LXXXIII
GOSSELET. — Sur les blocs ferrugineux pliocènes au N.-E. de Lille. . .	LXXXVI
MIEG. — Un gisement d'argile oxfordienne à Istein.	LXXXVII
ROUSSEAU. — Un gisement sénonien près des Bains de Rennes.	LXXXVII
PRUVOT. — Carte des fonds sous marins du cap Creus.	LXXXVIII
KILIAN. — Sur la structure des massifs montagneux près Guillestre . .	LXXXIX
CAREZ. — Présentation d'ouvrage.	XCI
Id. — Réponse à une communication de M. Rousseau.	XCI
DEPÉRET. — Découverte d'un gisement sidérolithique de Mammifères de l'Éocène moyen à Lissieu, près Lyon	XCH
Id. — Sur un <i>Lépidostéide</i> dans le Barrémien de Beaucaire. . .	XCH
ZEILLER. — Sur l'âge des dépôts houillers de Commeny.	XCH
FAYOL. — Observation	XCV
KILIAN. — Les calcaires dolomitiques triasiques des Grandes-Rousses.	XCVI
TERMIER. — Réponse à la communication précédente	XCVII
BOISTEL. — Structure de la colline de Saint-Denis le Chosson (Ain) et ses relations avec celle du plateau des Dombes.	XCIX
MUNIER-CHALMAS. — Observations sur un travail de M. Depéret. . . .	CI
FLOT. — Sur la présence de Cétacés dans les marnes helvétiques d'Oro, près de Dax.	CH
RAMOND. — Les travertins trouvés dans la Seine à l'amont de l'île de la Cité (Paris)	CH
LASNE. — Nouvelles observations sur les terrains phosphatés des environs de Doullens. — Etage sénonien et terrains superposés. . . .	CH
MUNIER-CHALMAS. — Observations	CIV
DE LA PARENT. — Observations.	CIV
STUART-MENTEATH. — Sur les plis des Pyrénées	CIV
MIEG, BLEICHER et FLICHE. — Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace (suite). — Sur l'horizon saumâtre avec Bryozoaires d'Istein. — Sur les argiles sableuses marines et les grès à plantes d'Hagenbach	CVI
HARLÉ. — Destruction complète des brèches à Lagomys des environs de Bastia (Corse).	CVI
TERMIER. — L'étude pétrographique des micaschistes et autres roches cristallines du Petit Mont-Cenis	CVIII
CARALP. — Sur des Ammonées à formes secondaires du Permo-Carbo- nifère de Saint-Girons	CXI
Liste des membres ayant pris part à la Réunion extraordinaire dans les régions de Lyon et de Bollène (Vaucluse)	CXV
DEPÉRET. — Allocution présidentielle.	CXVII
Id. — Présentation d'une carte géologique au 1/20.000 des envi- rons de Lyon.	CXVII
Id. — Résumé des observations faites pendant les excursions de la Société.	CXIX
BOISTEL. — Conditions stratigraphiques du gisement de la faune de Pikermi, près d'Ambérieu	CXXV
DE CHAIGNON. — Une carte géologique des environs de Condat	CXXVII

DEPÉRET. — Observations	CXXVII
Id. — Exposé de la géologie des environs de Bollène	CXXVIII
KILIAN. — Observation	CXXX
PELLAT. — Id.	CXXXI
DEPÉRET. — Id.	CXXXI
COLLOT. — Id.	CXXXI
DEYDIER. — Id.	CXXXI
COLLOT. — Présentation d'une note de M. Almera, sur le Pliocène des environs de Barcelone.	CXXXI
DEPÉRET. — Observations	CXXXI
PELLAT. — Remerciements au Président et au bureau de la Réunion extraordinaire.	CXXXII
DEPÉRET. — Excursion à Visan.	CXXXII
GAUDRY. — Quelques détails sur la session extraordinaire de la Société géologique et sur le Congrès international de géologie.	CXXXV
TARDY. — Les couches quaternaires de Bourg-Bel-Air	CXXXVII
LEMOINE. — Études paléontologiques sur les Mammifères de la faune cernaysienne	CXXXVII
A. GAUDRY. — Observations sur la note précédente.	CXXXVIII
HAUG. — Excursion géologique dans la haute vallée du Drac.	CXXXVIII
P. LORY. — Observations sur la coexistence, dans le massif de Chaillo, de dislocations appartenant à deux périodes distinctes	CXLI
HAUG. — Observations à la note précédente.	CXLV
DE STEFANI. — Observations géologiques sur l'île de Corfou	CXLV
ROMAN. — Sur le petit massif jurassique de la Gardiole isolé au milieu des terrains tertiaires entre Montpellier et Cette	CXLV
STUART-MENTEATH. — Note préliminaire sur la géologie des Hautes-Pyrénées	CXLVI
M. BOULE. — Présentation d'ouvrages de M. Lacroix.	CLI
Id. — — d'un mémoire sur l' <i>Arthropleura</i>	CLII
A. GAUDRY. — Sur la grandeur des Invertébrés dans les temps primaires.	CLII
DE ROUVILLE. — Lettre au Président de la Société géologique.	CLIV
Nomination d'une délégation auprès de M. le Ministre de l'Instruction publique	CLVI
DEPÉRET. — Présentation d'une note de MM. Almera et Bofill	CLVI
Id. — Sur les plis tertiaires de la région de St-Chinian (Hérault).	CLVI
BERGERON. — Couches paléozoïques de la Montagne Noire, au nord de St-Chinian (Hérault).	CLVIII
P. LORY. — Observations complémentaires sur les environs de Champoléon	CLIX
L. JANET. — Sur la composition chimique des grès stampiens du bassin de Paris	CLXI
ROUSSEL. — Sur l'existence de deux plis couchés et de divers recouvrements dans les environs de Castelnau (Pyrénées Occidentales)	CLXIV
M. BOULE. — Sur les alluvions anciennes de la Garonne et sur le plateau de Lannemezan.	CLXV
ZEILLER. — Présentation d'un ouvrage de M. Delgado	CLXVI
Id. — Sur les subdivisions du Westphalien du Nord de la France, d'après la constitution de la flore.	CLXVII

PARRAN. — Rapport de la Commission de comptabilité	CLXX
GOSSELET. — Adresses au Ministre de l'Instruction publique	CLXXVII
M. BOULE et CHAPER. — Observations	CLXXVIII
DE MARGERIE. — Présentation d'un ouvrage de MM. Renevier et Golliez .	CLXXVIII
BRONGNIART. — Présentation d'un ouvrage.	CLXXVIII
FLICHE, BLEICHER et MIEG. — Les tufs calcaires de Kiffis (Sundgau, Alsace).	CLXXXIII
FICHEUR. — Les terrains d'eau douce du bassin de Constantine	CLXXXIII
STUART-MENTEATH. — Sur les Cartes géologiques des Basses-Pyrénées. .	CLXXXIV
KILIAN. — Observations sur une note de M. Delebecque relative à l'âge du lac de Bourget et les alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère.	CLXXXVU
WELSCH. — Sur la zone à <i>Am. zigzag</i> et <i>Am. ferrugineus</i> dans le Sud du détroit poltevin	CXC
PH. GLANGEAUD. — Observations à la communication précédente.	CXC

TABLE GÉNÉRALE DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS DANS CE VOLUME

	Pages
REPÉLIN. — Sur la constitution géologique du massif des Soumata et d'Iammam Rirha (Algérie)	7
A. BRIVE. — Terrains miocènes de la région de Carnot (Algérie)	17
CH. DE STEFANI. — Découverte d'une faune paléozoïque à l'île d'Elbe.	30
P. MARTY. — Le Thalweg géologique de la moyenne vallée de la Cère	34
ZÜRCHER. — Note sur le mode de formation des plis de l'écorce terrestre.	64
M. BERTRAND. — Études dans les Alpes françaises (Structure en éventail, massifs amygdaloïdes et métamorphisme)	69
Id. — Études dans les Alpes françaises (Schistes lustrés de la zone centrale)	119
ZEILLER. — Notes sur la flore des couches permienues de Trienbach (Alsace).	163
NOLAN. — Note sur les <i>Crioceras</i> du groupe du <i>Crioceras Duvali</i>	183
CATEUX. — Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain Précambrien. — Première note sur les Radiolaires précambriens	197
SABBA STEFANESCU. — L'âge géologique des conglomérats tertiaires de la Munténia (Roumanie).	229
HARLÉ. — Découverte d'ossements d'Hyènes rayées dans la grotte de Montsaunès (Haute-Garonne)	234
STUART-MENTEATH. — Sur l'Eocène des Pyrénées Occidentales.	242
TARDY. — Environs de Simandre (Ain).	247
ZEILLER. — Sur l'âge des dépôts houillers de Commentry.	257
FAYOL. — Observations sur les notes communiquées par M. Julien à l'Académie des Sciences les 24 Juillet et les 21 Août 1893 et 15 Janvier 1894	279
G. DOLLFUS. — Observation à la note de M. Jousseume sur les fossiles de Corinthe.	296
SCHLUMBERGER. — Note sur <i>Lacazina Wichmanni</i>	296
BOISTEL. — Structure de la colline de St-Denis-le-Chosson (Ain) et ses relations avec celle du Plateau des Dombes	299
SABBA STEFANESCU. — L'extension des couches sarmatiques en Valachie et en Moldavie (Roumanie)	321
Id. — Les couches géologiques traversées par le puits artésien de Ialomitza (Roumanie)	331
MIEG, BLEICHER, FLICHE. — Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace (Suite).	334
LASNE. — Sur les terrains phosphatés des environs de Doullens. Etage sénonien et terrains superposés (3 ^e article)	343
BOURGEAT (Abbé). — Remarques sur la faune du Gault dans le Jura.	355

STUART-MENTEATH. — Sur les fossiles crétacés de la vallée de la Nive. . . .	359
LARRAZET. — Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la province de Burgos.	366
HAUG. — Les Ammonites du Permien et du Trias. Remarques sur leur classification	385
VASSEUR. — Compe-rendu d'excursions géologiques aux Martigues et à Lestaque (Bouches-du-Rhône).	413
CH. DE STEFANI. — Observations géologiques sur l'île de Corfou	445
E. SAUVAGE. — Les Dinosauriens du Terrain jurassique supérieur du Boulonnais	465
FLICHE, BLEICHER et MIEG. — Note sur les tufs calcaires de Kiffis (Sundgau, Alsace)	471
ZEILLER. — Sur les subdivisions du Wesphalien du nord de la France d'après les caractères de la flore	483
GRÉGOIRE STEPHANESCU. — L'âge du conglomérat de Sacel, Jud. Gorjiu . . .	503
GEORGES ROLLAND. — De l'alimentation d'un grand bassin artésien dans le désert (Bas-Sahara algérien).	506
JOSEPH ROUSSEL. — Note sur l'existence de deux plis couchés et d'un recouvrement à Castelnou (Pyrénées-Orientales)	529
EDOUARD HARLÉ. — Observations sur l'altitude du département de la Gironde pendant le Quaternaire	532
JULES WELSCH. — Note sur la zone à <i>Ammonites zigzag</i> et <i>A. ferrugineus</i> dans le détroit du Poitou	537
E. FICHEUR. — Les terrains d'eau douce du bassin de Constantine.	544
J. BERGERON. — Note sur l'allure des couches paléozoïques dans le voisinage des plis tertiaires de Saint-Chinian.	576
Réunion extraordinaire dans les régions de Lyon & de Bollène (Vaucluse). . .	591
DEPÉRET. — Allocution présidentielle.	599
Programme des excursions	602
DEPÉRET. — Compte-rendu de l'excursion à St-Fons.	606
Id. — Id. Heyrieu, St-Quentin et La Grive-Saint-Alban.	609
Id. — Compte-rendu de l'excursion à Meximieux, Mollon et Pont-d'Ain. . .	616
Id. — Id. Sathonay, Trévoux et Villefranche	623
BOISTEL. — Sur le Miocène supérieur de la bordure du Jura des environs d'Ambérieu.	628
DE CHAIGNON. — Présentation d'une carte des environs de Condal	650
DEPÉRET. — Remarque.	664
DAVID-MARTIN. — Comparaison des terrains fluvio-glaciaires de la région de Lyon avec les formations similaires de la vallée de la Durance	664
DEPÉRET. — Compte-rendu de l'excursion dans la vallée de St-Ferréol, près Bollène	668
Id. — Compte rendu de l'excursion à Barri, St-Paul-Trois-Châteaux et la Garde Adhémar	672

KILIAN. — Observations	676
KILIAN et LEENHARDT. — Sur le Gault de Clansayes	677
PELLAT. — Observations	678
DEPÉRET. — Id.	678
COLLOT. — Id.	678
DEYDIER. — Id.	678
COLLOT. — Présentation d'une note de M. Almera sur le Pliocène des environs de Barcelone.	678
DEPÉRET. — Observations	679
KILIAN. — Structure détaillée du Massif Galibier-Ponsonnière et sur les tufs calcaires à <i>Pinus sylvestris</i> du Lautaret (Hautes-Alpes) . . .	679
PELLAT. — Remerciements.	679
DEPÉRET. — Compte rendu de l'excursion à Visan.	679
Id. — Note sur les groupes éocènes inférieur et moyen de la vallée du Rhône.	683
Id. — Note paléontologique complémentaire sur les terrains tertiaires de la Bresse	712

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-DEUXIÈME VOLUME

(TROISIÈME SÉRIE)

Année 1894

Les numéros des pages en chiffres romains se rapportent aux Comptes Rendus des séances,
ceux en chiffres arabes aux Notes et Mémoires.

A

ALMERA et **BOFILL**. Fauna salobra tortonense de Villanueva y gueltra, CLVI.

ALMERA. Note sur le Pliocène des environs de Barcelone, cxxxI.

Algérie. Observations au sujet de la note récente de M. Peron « Sur le Tertiaire supérieur de l'— », par M. Flécheur, xvi. — Terrains miocènes de la région de Carnot (—), par M. Brive, xxvii.

Alpes. Etudes dans les — françaises. Structure en éventail, massifs amygdaloïdes et métamorphisme, par M. M. Bertrand, x et 69. — Etudes dans les — françaises (Schistes lustrés de la zone centrale), par M. M. Bertrand, xxiv et 119. — Structure détaillée du massif Gallbier-Ponsonnière et sur les tufs calcaires à *Pinus sylvestris* du Lautaret (Hautes —), par M. Killian, 679.

Alsace. Observations sur la flore des couches permianes de Trienbach (—), par M. Zeiller, xi. et 163. — Contributions à l'étude du terrain tertiaire d'—,

par MM. Mieg, Bleicher et Fléche, cvi et 334.

Ambérieu. Sur le Miocène supérieur de la bordure du Jura aux environs d'—, par M. Boistel, 628.

Ammonées. Sur des — à formes secondaires du Permo-Carbonifère de St-Girons, par M. Caralp, cxi.

Ammonites. Découverte d'— au col de Martignare, par M. Killian, xv.

Arignon. Présence du *Mastodon angustidens* dans les couches à *Cardita Jouanneti* des environs d'—, par M. Leenhardt, xxxii.

B

Barcelone. Note de M. Almera sur le Pliocène des environs de —, cxxxI.

Barri. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 672.

Bastia. La destruction complète des brèches à Lagomys des environs de — (Corse), par M. Harlé, cvii.

- Beaucaire.** Sur un Lépidostéide dans le Barrémien de —, par M. Depéret, xciii.
- BERGERON.** Note en réponse à un mémoire de MM. de Rouville, Delage et Miquel, xxxiv. — Note sur l'allure des couches paléozoïques dans le voisinage des plis tertiaires de St-Chinian, clviii et 577.
- BERTRAND (M.).** Etudes dans les Alpes françaises (structure en éventail, massifs amygdaloïdes et métamorphisme), x et 69. — Observations, xxiii. — Sur l'âge des schistes lustrés de la Maurienne et de la Tarentaise, xxiv et 119. — Présentation d'ouvrage, xxix. — Origine de certains gypses du Trias alpin, xxx. — Observations sur un travail de M. Briart, xli. — Observations sur une note de M. Lawson, xlii. — Observations, l et lviii.
- Biarritz.** Sur le Flysch de — et de St-Sébastien, par M. Stuart-Menteath, lxxxi.
- BLEICHER.** La structure de certaines rouilles et leur analogie avec celle des minerais de fer sédimentaires, lxx.
- BLEICHER, MIEG et FLICHE.** Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace (suite), cvi et 334. — Les tufs calcaires de Kiflis (Sundgau, Alsace), clxxxiii et 471.
- BOFILL et ALMERA.** Fauna salobra tortonense de Villanueva y gueltra, clvi.
- BOISTEL.** Structure de la colline de St-Denis-le-Chosson (Ain) et ses relations avec celle du Plateau des Dombes, xcix. — Conditions stratigraphiques du gisement de la faune de Pikermi, près d'Ambérieu, cxxv. — Sur le Miocène supérieur de la bordure du Jura aux environs d'Ambérieu, 628.
- Bollène.** Liste des membres ayant pris part à la Réunion extraordinaire dans les régions de Lyon et de — (Vaucluse), cxv. — Exposé de la géologie des environs de —, par M. Depéret, cxxviii.
- Bouches-du-Rhône.** Compte rendu d'excursions aux Martigues et à Lestaque (—), par M. Vasseur, 413.
- M. BOULE.** Observations, xxix. — Rectification au procès-verbal, xxxix. — Communication sur plusieurs points de la géologie du Massif central de la France, lx. — Un gisement de silex taillés quaternaires des environs du Havre, lxvi. — Observations, lxvii. — Allocution présidentielle, cxvi. — Présentation d'un mémoire sur l'*Arthropleura*, cliii. — Observations, clxxviii.
- Boulonnais.** Les Dinosauriens du terrain jurassique supérieur du —, par M. E. Sauvage, 463.
- Bourg-Bel-Air.** Les couches quaternaires de —, par M. Tardy, cxxxvii.
- Bracheux.** Transformation artificielle en gypse du calcaire friable des fossiles des sables de —, par M. Ch. Janet, lxxxiii.
- Bresse.** Note paléontologique complémentaire sur les terrains tertiaires de la —, par M. Depéret, 712.
- BRIART.** Observations de M. Bertrand sur un travail de M. —, xli.
- Brive.** Terrains miocènes de la région de Carnot (Algérie), xxvii.
- Burgos.** Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la province de —, par M. Larrazet, 366.

C

- CARALP.** Sur des Ammonées à formes secondaires du Permo-Carbonifère de Saint Girons, cxi.
- CAREZ.** Présentation d'ouvrage, xl. — Observations sur le travail de M. Roussel : Etude stratigraphique des Pyrénées, lxii. — Réponse aux observations de M. —, par M. Roussel, lxxii. — Présentation d'ouvrage, xci. — Observation à une communication de M. Rousseau, xci.
- Carnot.** Terrains miocènes de la région de — (Algérie), par M. Brive, xxvii.
- Castelnou.** Note sur l'existence de deux plis couchés et d'un recouvrement à — (Pyrénées-Orientales), par M. Joseph Roussel, 529.
- CAVEUX.** Les Radiolaires du Précambrien de Bretagne, lxxix. — Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain précambrien. Première note sur les Radiolaires du Précambrien, 197.
- Cénomaniens.** Sur le — des Pyrénées Occidentales, par M. Stuart-Menteath, lxviii.
- Célucés.** Sur la présence de — dans les marnes helvétiques d'Oro, près Dax, par M. Flot, cin.
- Chablais.** — Découverte de Gyroporelles dans le Trias du —, par MM. Lugeon et Jaccard, xiii.
- CHAIGNON (DE).** Présentation d'une carte des environs de Condal, 659.

Chaillol. Observations sur la coexistence, dans le massif de — de dislocations appartenant à deux époques distinctes, par M. P. Lory, cxlii.

Champoléon. Observations complémentaires des couches des environs de —, par M. P. Lory, clxix.

CHAPER. Observations, clxxviii.

COLLOT. Observations, 678. — Présentation d'une note de M. Almera, 678.

Commentry. Sur l'âge des dépôts houillers de —, par M. Zeiller, xciii et 257.

Commission de Comptabilité. Rapport par M. Parran, clxx.

Condat. Présentation d'une carte des environs de —, par M. de Chaignon, cxxvii et 659.

Constantine. Les terrains d'eau douce du bassin de —, par M. E. Ficheur, clxxxiii et 544.

Corfou. Observations géologiques sur l'île de —, par M. Ch. de Stefani, 445.

Corinthe. Observations à la note de M. Jousseau sur les fossiles de —, par M. G. Dollfus, 286.

Corse. La destruction complète des brèches à *Lagomys* des environs de Bastia (Corse), par M. Harlé, cvii.

COTTEAU. — Présentation d'ouvrage, xlvii.

Crétacé. Note sur les fossiles du — de la vallée de la Nive, par M. Stuart-Menteath, 359.

Creus. Carte des fonds marins du cap de —, par M. Pruvot, lxxxviii.

D

DAVID-MARTIN. Comparaison des terrains fluvioglaciers de la région de Lyon avec les formations similaires de la vallée de la Durance, 664.

Dax. Sur la présence de Cétacés dans les marnes helvétiques d'Oro, près de —, par M. Flot, ciii.

DELAGE. Note en réponse à un mémoire de MM. de Rouville, — et Miquel, par M. Bergeron, xxxiv. — de Rouville et —, Réponse à la note de M. Bergeron, xlv.

DELGADO. Présentation d'un ouvrage de M. —, par M. Zeiller, clxvi.

DEPÉRET. Sur un os d'*Oryzodactylus*, xxix. Observations, xxxiv. — Note sur la classification et le parallélisme des assises miocènes établis par M. E. Fallot, xlii. — Découverte d'un gisement sidérolitique de Mammifères de l'Éocène moyen à Lissieu, près Lyon, xcii. — Sur un *Lépidostéide* dans le Barrémien de Beaucaire, xciii. — Observations sur un travail de M. —, par M. Munier-Chalmas, ci. — Allocution présidentielle, cxvii et 599. — Une carte géologique au 1/20.000, des environs de Lyon, cxvii. — Résumé des observations faites pendant les excursions de la Société, cxix. — Observations, cxxvii, cxxxi. — Excursion à Visan, cxxxii. — Présentation d'une note de MM. Almera et Bofill, cvi. — Sur les plis tertiaires de la région de St-Chinian (Hérault), clvi. — Comptes rendus des excursions à St-Fons, 603; à Heyrieu, St-Quentin et la Grive St-Alban, 609; à Meximieux, Mollon et Pont d'Ain, 616; à Sathonay, Trévoux et Villefranche, 622; dans la vallée de St-Ferréol, près Bollène, 668; à Barri, St-Paul-Trois-Châteaux et la Garde Adhémar, 672. — Observations, 678, 679. — Compte rendu de l'excursion à Visan, 679. — Note sur les groupes éocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône, 683. — Note paléontologique complémentaire sur les terrains tertiaires de la Bresse, 712.

DRYDIER. Observations, cxxxi et 678.

Dinosauriens. Les — du terrain jurassique supérieur du Boulonnais, par M. E. Sauvage, 465.

DOLLFUS (G.). Sur des graviers fluviaux entre Moret et Paris, lxvi. — Observations à la note de M. Jousseau sur les fossiles de Corinthe, 286.

Dombes. Structure de la colline de St-Denis-le-Chossion (Ain) et ses relations avec celle du plateau des —, par M. Boistel, xcix et 299.

Doullens. Nouvelles observations sur les terrains phosphatés des environs de —, par M. Lasne, ciii et 345.

Drac (vallée du). Excursion géologique dans la haute vallée du —, par M. Haug, cxxxviii.

E

Elbe (île d'). Découverte d'une faune paléozoïque à —, par M. Ch. de Stefani, 30.

Elections. iv.

Eocène. Sur l'— des Pyrénées occidentales, par M. Stuart-Menteath, 242. — Note sur les groupes —s inférieur et moyen dans la vallée du Rhône, par M. Depéret, 683.

F

FALLOT. Nouvelles observations au sujet de la classification et du parallélisme des assises néogènes, xxxi. — Note sur la classification et le parallélisme des assises miocènes établis par M. —, par M. Depéret, xlii.

FAYOL. Observations sur les notes communiquées par M. Julien à l'Académie des Sciences les 24 juillet, 21 août 1893 et 15 janvier 1894, xcv et 279.

FICHEUR. Observations au sujet de la note récente de M. Peron « Sur le Tertiaire supérieur de l'Algérie », xvi. — Les terrains d'eau douce du bassin de Constantine, clxxxiii et 544.

FLICHE, BLEICHER et MIEG. Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace (suite), cvi et 334. — Note sur les tufs calcaires de Klfis (Sundgau, Alsace), clxxxiii et 471.

FLOR. Sur la présence de Cétacés dans les marnes helvétiques d'Oro, près de Dax, ciii.

Flysch. Sur le — de Biarritz et de St-Sébastien, par M. Stuart-Menteath, lxxxix.

G

A. GAUDRY. Fouilles de M. Harlé à Montsaunès, lxvi et lxxviii. — Quelques détails sur la session extraordinaire de la Soc. géol. et sur le congrès international de géologie, cxxxv. — Observations, cxxxviii. — Sur la grandeur des Invertébrés dans les temps primaires, cliii.

Gault. Remarques sur la faune du — dans le Jura, par M. Bourgeat (l'abbé), 335. — Sur le — de Clansayes, par MM. Kilian et Lehnardt, 677.

GLANGEAUD. Observations, cxc.

Gosau. Sur l'âge des couches de —, par M. de Grossouvre, xix.

Garde Adhémar (La). Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 672.

GOSSELET. Observations sur les terrains quaternaires et récents de la vallée de la Lys, xlii. — Observations, lix. — Sur les blocs ferrugineux pliocènes au N.-E. de Lille, lxxxvi.

Grandes Rousses. Les calcaires dolomitiques triasiques des —, par M. Kilian, xcvi.

DE GROSSOUVRE. Sur l'âge des couches de Gosau, xix. — Note sur la craie grise, lviii.

H

Hamman Rirha. Constitution géologique du massif de Soumata et d'—, par M. Repelin, xiii et 7.

HARLÉ. Fouilles de M—, à Montsaunès, lxv. — Découverte d'ossements d'Hyènes rayées dans la grotte de Montsaunès (Haute-Garonne), 234. — Observations sur l'altitude du département de la Gironde pendant le Quaternaire, 532.

HAUG. Observations, xi. — Présentation d'une note de M. Nolan, xlviii. — Les zones tectoniques des Alpes de Suisse et de Savoie, xlviii. — Présentation d'ouvrage, lvi. — Présentation d'une note de M. Kilian, lxxvi. — Excursion géologique dans la haute vallée du Drac, cxxxviii. — Observations, clxv. — Les Ammonites du Permien et du Trias, 385.

Hâvre. Sur un gisement de silex taillés quaternaires des environs du —, par M. Boule, lxv.

Hérault. Sur les plis tertiaires de la région de Saint-Chinian (—), par M. Depéret, clvi.

Heyrieu. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 609.

Homalonotus. Sur un gisement à —, à Domfront, par M. de Lapparent, lxv.

Houillers. Sur l'âge des dépôts — de Commeny, par M. Zeiller, xciii et 257.

I

Invertébrés. Sur la grandeur des —, pendant les temps primaires, par M. Albert Gaudry, cliii.

Isère. Observations sur une note de M. Delebecque relative à l'âge du lac du Bourget et les alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'—, par M. Kilian, clxxxvii.

Istein. Sur un gisement d'argile oxfordienne à —, par M. Mieg, lxxxvii.

J

JACCARD et LUGEON. Découverte de Gyroporelles dans le Trias du Chablais, xiii.

CH. JANET. Transformation artificielle en gypse du calcaire friable des fossiles de Bracheux, lxxxiii.

L. JANET. Sur la composition chimique des grès stampiens du bassin de Paris, clix.

Jura. Remarques sur la faune du Gault dans le —, par M. l'abbé Bourgeat, 353.
— Sur le Miocène inférieur de la bordure du — des environs d'Ambérieu, par M. Boistel, 628.

K

Kiffis (Sundgau, Alsace). Note sur les tufs calcaires de —, par MM. Bleicher, Fliche et Mieg, clxxxiii et 471.

KILIAN. Réflexions sur le parallélisme du Valanginien jurassien avec le Crétacé inférieur de la région delphino-provençale, xiv. — Découverte d'Ammonites au col de Martignare (au N. de la vallée de la Romanche), xiv. — Sur l'origine des Préalpes romandes et de la région de la brèche du Chablais, xxii. — Sur la structure des massifs montagneux, près Guillestre, lxxxix. — Les calcaires dolomitiques triasiques des Grandes Rousses, xcvi. — Observations, cxxx. — Observations sur une note de M. Delebecque, clxxxvi. — Observations, 676 et 677. — Structure détaillée du massif Galibier-Ponsonnière et sur les tufs calcaires à *Pinus sylvestris* du Lautaret (Hautes-Alpes), 679.

KILIAN et LEENHARDT. Sur le Gault de Clansayes, 677.

L

LABAT. Le Vésuve et les sources thermominérales, lxxix.

LACROIX. Etude sur le métamorphisme de contact des roches volcaniques. — Les enclaves des roches volcaniques, cli.

La Grive St-Alban. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 609.

Lannemezan. Sur les alluvions anciennes de la Garonne et sur le plateau de —, par M. Boule, clxv.

6 Août 1895. — T. XXII.

DE LAPPARENT. Sur un gisement à *Homonolotus* à Domfront, lxxv. — Observations, civ.

LARRAZET. Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la province de Burgos, 366.

LASNE. Nouvelles observations sur les terrains phosphatés des environs de Doullens, ciii et 343.

LEBESCONTE et SEUNES. Coupe suivant le profil en long de la voie ferrée de St-Médard à St-Germain-sur-Ille, vii.

LEENHARDT. Présence du *Mastodon angustidens* dans les couches à *Cardita Jouanneti* des environs d'Avignon, xxxiii.

LEENHARDT et KILIAN. Sur le Gault de Clansayes, 677.

LEMOINE. Les Reptiles et les Poissons fossiles des environs de Reims, lvi.

Lestaque. Compte rendu d'excursions géologiques aux Martigues et à — (Bouches-du-Rhône), par M. G. Vasseur, 413.

Lépidostéide. Sur un — dans le Barrémien de Beaucuire, par M. Depéret, xciii.

Lille. Sur les blocs ferrugineux pliocènes au N. E. de —, par M. Gosselet, lxxxvi.

Loire. Terrain tertiaire des bassins de l'Allier et de la — supérieure, par M. Raulin, lxi.

P. LORY. Observations sur la coexistence dans le massif de Chaillol de dislocations appartenant à deux périodes distinctes, cxlii. — Observations complémentaires sur les environs de Champoléon, clix.

LUGEON et JACCARD. Découverte de Gyroporelles dans le Trias du Chablais, xiii.

Lyon. Découverte d'un gisement sidérolitique de Mammifères de l'Eocène moyen à Lissieu, près de —, par M. Depéret, xcii. — Présentation d'une carte géologique des environs de —, par M. Depéret, cxvii.

M

Mammifères. Etude paléontologique sur les — de la faune cernaysienne, par M. Lemoine, cxxxvi.

DE MARGERIE. Observations, lvi.

Bull. Soc. Géol. Fr. — 47

Martigues. Compte rendu d'excursions géologiques aux — et à Lestaque (Bouches-du-Rhône), par M. Vasseur, 413.

MARTY. Le thalweg géologique de la moyenne vallée de la Cère, xxiv et 34.

Massif central de la France. Communication sur plusieurs points de la géologie du —, par M. Boule, lx.

Mastodon angustidens. Présence du — dans les couches à *Cardita Jouanneti* des environs d'Avignon, par M. Lehnardt, xxxiii.

Maurienne. Sur l'âge des schistes lustrés de la — et de la Tarentaise, par M. Bertrand, xxiv et 119.

Merimieux. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 616.

MIEG. Un gisement d'argile oxfordienne à Istein, lxxxvii.

MIEG, BLEICHER et FLICHE. Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace (suite), cvi et 334. — Note sur les tufs calcaires de Kiffis (Sundgau, Alsace), clxxxiii et 471.

Ministre de l'Instruction publique. Nomination d'une délégation auprès de M. le —, clvi. — Adresse au —, clxxvii.

Miquel. Note en réponse à un mémoire de MM. de Rouville, Delage et —, par M. Bergeron, xxxiv. Réponse à la note de M. Bergeron, xlv.

Miocène. Terrains —s de la région de Carnot (Algérie), par M. Brive, 17. — Sur le — supérieur de la bordure du Jura des environs d'Ambérieu, par M. Boistel, 628.

Mollon. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 616.

Montpellier. Sur le petit massif jurassique de la Gardiole, isolé au milieu des terrains tertiaires entre — et Cette, par M. Roman, cxlv.

Montsaunès. Fouilles de M. Harlé à —, par M. Albert Gaudry, lxxv.

MUNIER-CHALMAS. Observations sur un travail de M. Depéret sur le Pliocène, ci. — Observations, civ.

N

Néogène. Nouvelles observations au sujet de la classification et du parallélisme des assises —s, par M. E. Fallot, xxxi.

Nîre. Sur les fossiles crétacés de la vallée de la —, par M. Stuart-Menthath, 359.

NOLAN. — Note sur les *Crioceras* du groupe du *Crioceras Duvali*, xlviii et 183.

O

Opysaurus. Communication sur un os d'—, par M. Depéret, xxix.

Oxfordien. Un gisement d'argile —ne à Istein, par M. Mieg, lxxxvii.

P

Paris. Les travertins trouvés dans la Seine à l'amont de l'île de la Cité (—), par M. Ramond, ciii.

PARRAN. Rapport de la Commission de comptabilité, clxx.

PELLAT. Observations, cxxx. — Remerciements au Président et au Bureau de la Réunion extraordinaire, cxxxii et 679. — Observations, 676.

Permien. Observations sur la flore des couches —nes de Trienbach (Alsace), par M. Zeiller, xl et 164.

Permo-carbonifère. Sur des Ammonées à formes secondaires du — de St-Girons, par M. Caralp, cxl.

Phosphatés. Nouvelles observations sur les terrains — des environs de Doullens, par M. Lasne, ciii et 345.

Pikermi. Conditions stratigraphiques du gisement de la faune de —, près d'Ambérieu, par M. Boistel, cxxv.

Plateau Central. Communication sur plusieurs points de la géologie du —, par M. Boule, lx.

Pliocènes. Sur des graviers fluviaux —, entre Moret et Paris, par M. G. Dollfus, lxvi. — Sur les blocs ferrugineux —, au N. E. de Lille, par M. Gosselet, lxxxvi.

Plis. Note sur le mode de formation des — de l'écorce terrestre, par M. Zürcher, xxix et 64.

Pont d'Ain. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 616.

Poissons. Les Reptiles et les — fossiles des environs de Reims, par M. Lemoine, lvi.

Poitou. Sur la zone à *Am. zigzag* et *Am. ferrugineus* dans le Sud du détroit poitevin, par M. Welsch, cxc, et 537.

Précambrien. Les Radiolaires du — de Bretagne, par M. Cayeux, LXXIX. — Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain —. Première note sur les Radiolaires — s, par M. Cayeux, 157.

Provot. Carte des fonds sous-marins du cap Creus, LXXXVIII.

Pyrénées. Etudes stratigraphiques des —, par M. Carez, LXII. — Sur le Céno-manien des — occidentales, par M. Stuart-Menteath, LXVIII. — Sur les plis des —, par M. Stuart-Menteath, CIV. — Note préliminaire sur la géologie des Hautes —, par M. Stuart-Menteath, CXLVI. — Sur l'existence de deux plis couchés et de divers recouvrements dans les environs de Castelnou (— Orientales), par M. Roussel, CLXI et 329. — Sur les cartes géologiques des Basses —, par M. Stuart-Menteath, CLXXXIV. — Sur l'Eocène des — occidentales, par M. Stuart-Menteath, 242.

Q

Quaternaire. Observations sur les terrains —s et récents de la vallée de la Lys, par M. Gosselet, XLIV. — Un gisement de silex taillés —s des environs du Havre, par M. Boule, LXV. — Observations sur l'altitude du département de la Gironde pendant le —, par M. Edouard Haré, 532.

R

Radiolaires. Les — du Précambrien de Bretagne, par M. Cayeux, LXXIX et 197.

RAMOND. Les travertins trouvés dans la Seine à l'amont de l'île de la Cité (Paris), CIII.

RAULIN. Terrains tertiaires des bassins de l'Ailier et de la Loire supérieure, LXI.

REPELIN. Constitution géologique du massif de Soumata et d'Hamnam Rirha, XIII et 7.

Reims. Les Reptiles et les Poissons fossiles des environs de —, par M. Lemoine, LVI.

Rennes. Un gisement sénonien, près des Bains de —, par M. Rousseau, LXXXVII.

Reptiles. Les — et les Poissons fossiles des environs de Reims, par M. Lemoine, LVI.

ROLLAND (Georges). De l'alimentation d'un grand bassin artésien dans le désert (Bas-Sahara algérien), 506.

Romanche. Découverte d'Ammonites au col de Martignare (au nord de la vallée de la —), par M. Kilian, xv.

ROMAN. Sur le petit massif jurassique de la Gardiole, isolé au milieu des terrains tertiaires, entre Montpellier et Cette, CXLV.

Roumanie. L'âge géologique des conglomérats tertiaires de la Muntenia (—), par M. Sabba Stefanescu, 229. — L'extension des couches sarmatiques en Valachie et en Moldavie (—), 321. — Les couches géologiques traversées par le puits artésien de Ialomitza (—), par M. Sabba Stefanescu, 331.

ROUSSEAU. Un gisement sénonien près des Bains de Rennes, LXXXVII. — Réponse à une communication de M. —, par M. Carez, xci.

ROUSSEL. Réponse à la communication de M. Carez, LXXII. — Sur l'existence de deux plis couchés et de divers recouvrements dans les environs de Castelnou (Pyrénées-Orientales), CLXIV, 529.

ROUVILLE (DE). Note en réponse à un mémoire de MM. —, Delage et Miquel, par M. Bergeron, XXXIV. — Observations à la note de M. Bergeron, par MM. — et Delage, XLIV.

S

Sacel. — L'âge du conglomérat de —, Jud. Gorjuu, par M. Grégoire Stefanescu, 502.

Saint-Fons. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 606.

Saint-Chinian (Hérault). Sur les plis tertiaires de la région de —, par M. Depéret, CLVI. — Note sur l'allure des couches paléozoïques dans le voisinage des plis tertiaires de —, par M. J. Bergeron, CLVIII et 577.

Saint-Médard à Saint-Germain-sur-Ille. Coupe suivant le profil en long de la voie ferrée de —, par MM. Seunes et Lebesconte, VII.

Saint-Paul-Trois-Châteaux. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 672.

Saint-Quentin. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 609.

Saint-Sébastien. Sur le Flysch de Biarritz et de —, par M. Stuart-Menteath, LXXXI.

DE SAPORTA. Présentation d'une note de M. —, par M. Zeiller, XXXIX.

Sathonay. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 623.

SAUVAGE. Les Dinosauriens du Terrain jurassique supérieur du Boulonnais, 465.

Savoie. Les zones tectoniques des Alpes de Suisse et de —, par M. Haug, XLVIII.

Schistes. Sur l'âge des — lustrés de la Maurienne et de la Tarentaise, par M. M. Bertrand, XXIV.

SCHLUMBERGER. Note sur *Lucazina Wichmanni*, 295.

Sénouien. Un gisement — près des Bains de Rennes, par M. Rousseau, LXXXVII. — Nouvelles observations sur les terrains phosphatés des environs de Doullens. Etage — et terrains superposés, par M. Lasne, CIII.

SEUNES et LEBESCONTE. Coupe suivant le profil en long de la voie ferrée de Saint-Médard à Saint-Germain-sur-Ille, VII.

Simandre. Environs de — (Ain), par M. Tardy, 247.

DE STEFANI. Observations géologiques sur l'île de Corfou, CXLV et 445. — Découverte d'une faune paléozoïque à l'île d'Elbe, 30.

STEFANESCU (Grégoire). L'âge du conglomérat de Sacel, Jud Gorjlu, 502.

STEFANESCU (Sabba). L'âge géologique des conglomérats tertiaires de la Muntenia (Roumanie), 229. — L'extension des couches sarmatiques en Valachie et en Moldavie (Roumanie), 321. — Les couches géologiques traversées par le puits artésien de Ialomitza (Roumanie), 331.

STUART-MENTEATH. Sur le Flysch de Biarritz et de St-Sébastien, LXXXI. — Sur les plis des Pyrénées, CIV. — Note préliminaire sur la géologie des Hautes-Pyrénées, CXLVI. — Sur les cartes géologiques des Basses-Pyrénées, CLXXXIV. — Sur l'Eocène des Pyrénées occidentales, 242. — Sur les fossiles crétacés de la vallée de la Nive, 359.

Suisse. Les zones tectoniques des Alpes de — et de Savoie, par M. Haug, XLVII.

T

TARDY. — Les couches quaternaires de Bourg-Bel-Air, CXXXVII. — Environs de Simandre (Ain), 247.

Tarentaise. Sur l'âge des schistes lustrés de la Maurienne et de la —, par M. M. Bertrand, XXIV.

TERMIER. Réponse à la note de M. Kilian sur les calcaires dolomitiques triasiques des Grandes-Rousses, XCVII. — L'étude pétrographique des micaschistes et autres roches cristallines du Petit Mont-Cenis, CVIII.

Tertiaire. Observations au sujet de la note récente de M. Peron sur le — supérieur de l'Algérie, par M. Ficheur, XVI. — Sur les plis —s de la région de Saint-Chinian (Hérault), par M. Depéret, CLVI. — Note sur l'allure des couches paléozoïques dans le voisinage des plis —s de Saint-Chinian, CLVIII et 577. — Contribution à l'étude du terrain — d'Alsace (suite), par MM. Mieg, Bleicher et Fliche, CVI et 334. — Note paléontologique complémentaire sur les terrains —s de la Bresse, par M. Depéret, 712.

Travertins. Les — trouvés dans la Seine à l'amont de l'île de la Cité, par M. Ramond, CIII.

Trécoux. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Depéret, 623.

Trias. Découverte de Gyroporelles dans le — du Chablais, par MM. Lugeon et Jaccard, XIII. — Origine de certains gypses du —, par M. M. Bertrand, XXX. — Les Ammonites du Permien et du —, par M. Haug, 385.

Trienbach. Observations sur la flore des couches permienues de — (Alsace), par M. Zeiller, XI et 119.

Tufs. Les — calcaires de Kiflis. (Sundgau (Alsace), par MM. Fliche, Bleicher et Mieg, CLXXXIII et 471.

V

Valachie. L'extension des couches sarmatiques en — et en Moldavie (Roumanie), par M. S. Stefanescu, 321.

Valanginien. Réflexions sur le parallélisme du — jurassien avec le Crétacé inférieur de la région delphino-provençale, par M. Kilian, XIV.

Vallée du Rhône. Note sur les groupes éocène inférieur et moyen dans la —, par M. Depéret, 683.

VASSEUR. Compte rendu d'excursions géologiques aux Martigues et à Les-taque (Bouches-du-Rhône), 413.

Vaucluse. Réunion extraordinaire de la Société géologique à Bollène, cxv.

Vésuve. Le Vésuve et les sources therminérales, par M. Labat, Lxxix.

Villefranche. Compte rendu de l'excursion de —, par M. Depéret, 623.

Vison. Excursion à —, par M. Depéret, cxxxii et 679.

W

WEISCH. Présentation d'une note, xxviii. — Sur la zone à *Am. zigzag* et *Am. ferrugineus* dans le Sud du détroit du Poitou, cxc et 337.

Westphalien. Sur les subdivisions du — du Nord de la France d'après la constitution de sa flore, par M. Zeiller, clxvii et 471.

Z

ZEILLER. Remerciements à la Société, v. — Présentation d'une note de M. de Saporta, xxxix. — Observations sur la flore des couches permienues de Trienbach (Alsace), xi. et 119. — Allocution présidentielle, li. — Sur l'âge des dépôts houillers de Commentry, xciii et 257. — Présentation d'un ouvrage de M. Delgado, clxvi. — Sur les subdivisions du Westphalien du Nord de la France d'après la constitution de la flore, clxvii et 471.

ZÜRCHER. Note de M. — sur le mode de formation des plis de l'écorce terrestre, xxix et 64.

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU
ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES DANS CE VOLUME (1)

<i>Nevropteris</i> sp., R. Zeiller, p. 168-169, Pl. IX, fig. 6, 6a.	<i>Crioceras baleare</i> nov. sp. Nolan, p. 193-195, Pl. X, fig. 2.
<i>Tæniopteris multinervis</i> Weiss., p. 169-172, Pl. IX, fig. 2 à 5.	» <i>angulicostatum</i> d'Orbigny, sp. p. 195, Pl. X, fig. 3.
<i>Plagiozamites</i> (nov. g.) <i>Planchardi</i> Renault (sp.), p. 174-179, Pl. VIII, fig. 1 à 5; Pl. IX, fig. 1.	<i>Cenosphæra</i> Ehrenb., p. 204, Pl. XI, fig. 1 ^a et 1 ^b .
<i>Crioceras Duvali</i> Léveillé, p. 190-191. — <i>Syn.</i> <i>Ancyloceras Duvali</i> Astier, Catal. descr. des Anc. du Néoc. d'Escragnolles, pp. 436-440.	<i>Carposphæra</i> Haeckel, p. 204, Pl. XI, fig. 2 ^a et 2 ^b .
» <i>Villersianum</i> d'Orbigny, p. 191. — <i>Syn.</i> <i>Ancyloceras Villersianum</i> Pictet et Campèche. Mat. pour la Paléont. suisse, 3 ^e sér., p. 48.	<i>Xiphosphæra</i> Haeckel, p. 205, Pl. XI, fig. 3.
» <i>Picteti</i> n. sp. Nolan, p. 192. — <i>Syn.</i> <i>Ancyloceras Duvali</i> Pictet et Campèche, Matériaux pour la Paléontologie suisse, 1861, 3 ^e Série, 2 ^e part., p. 37, pl. 47 bis, fig. 2.	<i>Staurosphæra</i> Haeckel, p. 205, Pl. XI, fig. 4.
» <i>Picteti</i> var. <i>jurensis</i> Nolan, p. 192. — <i>Syn.</i> <i>Ancyloceras Duvali</i> Pictet et Campèche. Mat. pour la Pal. suisse, 3 ^e sér., 2 ^e part., p. 37, pl. 47 bis, fig. 1.	<i>Acanthosphæra</i> Ehrenb., p. 205-206, Pl. XI, fig. 5.
» <i>Picteti</i> var. <i>majoriensis</i> Nolan, p. 192-193, Pl. X, fig. 1.	<i>Cenellipsis</i> Haeckel, p. 206, Pl. XI, fig. 6.
	<i>Spongurus</i> Haeckel, p. 206, Pl. XI, fig. 7.
	<i>Tripolcalpis</i> Haeckel, p. 207, Pl. XI, fig. 8.
	<i>Tripilidium</i> Haeckel, p. 207, Pl. XI, fig. 9.
	<i>Tripodiscium</i> Haeckel, p. 207, Pl. XI, fig. 10 ^a et 10 ^b .
	<i>Archicorys</i> Haeckel, p. 207, Pl. XI, fig. 11 ^a et 11 ^c .
	<i>Cyrtocalpis</i> Haeckel, p. 208, Pl. XI, fig. 12.
	<i>Dictyocephalus</i> Ehrenb., p. 208, Pl. XI, fig. 13 ^a et 13 ^b .
	<i>Sethocapsa</i> Haeckel, p. 208, Pl. XI, fig. 14.
	<i>Dicolocapsa</i> Haeckel, p. 209, Pl. XI, fig. 15.

(1) Les noms de genres et d'espèces en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonymie.

<i>Theocampe</i> Haeckel, p. 209, Pl. XI, fig. 16.	<i>Valvata</i> (<i>Boistelia</i> Depéret) <i>vallestris</i> Font., p. 714, Pl. XXIV, fig. 8.
<i>Carposphæra</i> Haeckel, p. 209, Pl. XI, fig. 17.	<i>Gazella desperdita</i> Gervais, p. 715 et 716, Pl. XXIV, fig. 13.
<i>Staurosphæra</i> Haeckel, p. 209, Pl. XI, fig. 18.	<i>Hyæna eximia</i> Roth et Wagn., p. 716, Pl. XXIV, fig. 15.
<i>Triactoma</i> Rüst, p. 210, Pl. XI, fig. 19.	<i>Cervus</i> aff. <i>Matheroni</i> Gerv., p. 717, Pl. XXIV, fig. 14.
<i>Anthocyrtis</i> Haeckel, p. 210, Pl. XI, fig. 21.	<i>Testudo ambergensis</i> n. sp. Depéret, p. 717-718, Pl. XXIV, fig. 11 et 12.
<i>Lacazina Wichmanni</i> Schlumb., n. sp., p. 295-296, fig. 1, Pl. XII.	<i>Emmericia pliocenica</i> Sacco, p. 719, Pl. XXIV, fig. 10.
<i>Potamides Gaudryi</i> (nov. sp.) Larrazet, p. 376, Pl. XIII, fig. 1 et 1 bis.	<i>Vitrina</i> (<i>Semilimax</i>) <i>Ludovici</i> n. sp. Depéret, p. 720, Pl. XXIV, fig. 9.
» <i>Munieri</i> s. str. (nov. sp.) Larrazet, p. 377-378, Pl. XIII, fig. 3 à 5.	<i>Planorbis Bigueti</i> Font., p. 721, Pl. XXIV, fig. 7.
» <i>Munieri</i> var. <i>Dercimsi</i> (nov. spec.), Larrazet, p. 378, Pl. XIII, fig. 9.	<i>Bithina sermenazensis</i> Boistel, p. 721, Pl. XXIV, fig. 5.
» <i>Munieri</i> var. <i>Haugi</i> (nov. var.) Larrazet, p. 378-379, Pl. XIII, fig. 23.	<i>Bithinia Berthelini</i> Boistel, p. 721 et 722, Pl. XXIV, fig. 6.
» <i>Munieri</i> var. <i>Boulei</i> (nov. var.), p. 379, Pl. XIII, fig. 11, 12, 13, 15 et 16.	<i>Helix Theodori</i> de Stefani, p. 722-723, Pl. XXIV, fig. 3.
» <i>Munieri</i> var. <i>Bergeroni</i> (nov. var.) Larrazet, p. 379, Pl. XIII, fig. 17 et 22.	<i>Zonites Boisteli</i> n. sp. Depéret, p. 723, Pl. XXIV, fig. 2.
	<i>Neritina transversalis</i> Ziegler, p. 723 et 724, Pl. XXIV, fig. 4.
	<i>Helix abrettensis</i> Font., p. 724, Pl. XXIV, fig. 1.

LISTE DES FIGURES

INTERCALÉES DANS LE TEXTE

	Pages
REPÉLIN. — Fig. 1. Discordance de l'Helvétien et du Cartennien au-dessus d'Hamman Rirha	12
Fig. 2. Carte des environs de Bou-Medfa	13
Fig. 3. Discordance de l'Helvétien et du Cartennien dans la vallée de l'O. Djer.	13
Fig. 4 et 5. Aspect que présentent les couches sénoniennes plissées dans l'O. Bou Roumi.	14
Fig. 6. Plissement du Cénomanien au 3 ^e tunnel de l'O. Djer.	15
A. BRIVE. — Fig. 1. Coupe le long de l'O. Kremlis près le M ^e Ben Youcef, à 4 kil. N. O. de Kherba.	20
Fig. 2. Coupe d'un lambeau cartennien près de la Ferme Ollivier (nord de Carnot)	21
Fig. 3. Coupes transversales et parallèles dans la zone miocène de la région de Carnot	23
Fig. 4. Coupe le long de l'O. Ain et Kahala.	25
Fig. 5. Coupe à 4 kilom. à l'est de Kerba	26
Fig. 6. Coupe perpendiculaire à la précédente	26
P. MARTY. — Fig. 1. Coupe théorique du thalweg de la moyenne vallée de la Cère	38
Fig. 2. Coupe de la falaise des Places et croquis géologique de la vallée de la Cère	52
Fig. 3. Coupe relevée au pont de Carbonnat.	58
Fig. 4. Coupe du Communal de Maynac	60
Fig. 5. Coupe relevée au moulin de Caillac	60
M. BERTRAND. — Fig. 1. Vue de la montagne du Sappey au nord de Modane.	75
Fig. 2. Coupe de la rive droite de l'Arc, entre Modane et l'Essillon.	75
Fig. 3. Coupe de Bramans au petit Mont-Cenis	77
Fig. 4. Coupe du ravin de Saint-Antoine	78
Fig. 5. Coupe du massif du Petit Mont Cenis, d'Etache à Exilles	80
Fig. 6. Coupe probable du pli de Bonneval	85
Fig. 7. Coupe de Bonneval au Pelaou-Blanc.	87
Fig. 8. Coupe du Dôme aux arêtes de Leissières.	88
Fig. 9. Détail de la coupe au-dessus du chemin du col de Mont-Iseran	89
Fig. 10. Coupe du col de Pers	89
Fig. 11. Vue de la rive droite des gorges de l'Isère (gorges d'amont)	90
Fig. 12. Coupe prise sur la rive gauche des mêmes gorges	90
Fig. 13. Coupe du Mont Pourri du nord au sud, suivant l'arête.	95
Fig. 14. Coupe du Mont Pourri de l'est à l'ouest.	95

Fig. 15. Coupe de détail à l'est du Mont Jovet (Roc des Ver-	98
dons)	
Fig. 16. Coupe d'ensemble du Mont Jovet, de l'est à l'ouest . .	99
Fig. 17. Coupe de la pente nord du Mont Jovet	100
Fig. 18. Coupe de la pente ouest du Mont Jovet	100
Fig. 19. Coupe des rochers près de la cascade du ravin du Plan.	102
Fig. 20. Coupe le long de la route de Tignes en aval de Brévières	103
Fig. 21. Agrandissement de l'extrémité gauche de la coupe 18,	
montrant les relations des coupes de la vallée de	
l'Isère à la Savine et au Chatelard	105
Fig. 22. Coupe de la Traversière à la Tsanteleina	106
M. BERTRAND. — Fig. 1. Explication possible de l'intercalation des calcaires	
dans les schistes par pli anticlinal (a) ou par pli	
synclinal (b)	121
Fig. 2. Coupe schématique des Alpes françaises, ...	123
Fig. 3. Coupe des rochers près de la cascade du ravin du Plan.	126
Fig. 4. Coupe schématique dans la Grande-Sassière	129
Fig. 5 et 6. Coupe du versant oriental du ravin de la Leisse .	131
Fig. 7. Coupe du Grand-Paradis à la Sana, dans l'hypothèse	
d'un recouvrement	133
Fig. 8. Coupe de Franchet à la Thonvière	134
Fig. 9. Schéma théorique du passage du Trias calcaire aux	
schistes lustrés	135
Fig. 10. Coupe du Mont Pourri de l'est à l'ouest.	136
Fig. 11. Coupe au-dessus du Val de l'Isère (rive gauche) . . .	137
Fig. 12. Coupe au confluent de l'Arselle.	137
Fig. 13 et 14. Contact des quartzites, des calcaires et des	
schistes au-dessus de l'Arselle.	138
Fig. 15. Coupe relevée sur la rive gauche de l'Arc.	142
Fig. 16. Coupe de la bande calcaire de la Fesse.	143
Fig. 17. Coupe N.-E., S.-O. de la pointe de Lansleria	144
Fig. 18. Coupe du massif du Mont Froid (P ^e Cugne).	145
Fig. 19. Ondulations <i>en direction</i> de l'arête axiale du pli du	
Mt Froid, suivant l'hypothèse d'un pli anticlinal	
(trait plein) ou d'un pli synclinal (trait ponctué). .	146
Fig. 20. Coupe près des châteaux d'Arlondas	149
Fig. 21. Coupe au-dessus de la dernière grande montée du col	
d'Etache	150
Fig. 22. Coupe au N. de la précédente.	151
Fig. 23. Coupe hypothétique de l'escarpement de quartzites	
de la vallée d'Etache.	151
Fig. 24. Coupe d'une intercalation de quartzites et de calcaires	
dans les schistes lustrés de la haute vallée de l'Ubaye	155
Fig. 25. Coupe de la vallée de l'Ubaye au-dessus de Maurin. .	157
II. NOLAN. — Fig. 1. Schema montrant la convergence des formes de Crio-	
cères dans leur développement ontogénique vers	
un adulte unique	189
Fig. 2. Schéma montrant les relations qui existent entre elles	
les différentes espèces de <i>Crioceras Duxali</i> et les	
mutations de cette forme collective	189

L. CAYEUX. — Fig. 1.	Coupe des falaises de Pléboulle (communiquée par M. Ch. Barrois).	199
Fig. 2.	Coupe des phyllades de Saint-Lô aux environs de Granville (communiquée par M. Ch. Barrois).	199
C. SCHLUMBERGER. — Fig. 1.	<i>Lacazina Wichmanni</i> Schlumb.	297
A. BOISTEL. — Fig. 1.	Coupe passant par Ambutrix et Ambérieu.	303
Fig. 2.	Coupe relevée entre Lyon et Vaux.	308
H. LASNE. — Fig. 1.	Terrains phosphatés des environs de Doullens (Coupe d'ensemble).	346
Fig. 2.	Terrains phosphatés des environs de Doullens (Coupe d'ensemble).	346
Fig. 3.	Coupe d'une poche de phosphate à Buire au Bois.	350
LARRAZET. — Fig. 1.	Extrémité occidentale du Massif de la Cordillère celtibérique (Carte géologique).	366
Fig. 2, 3 et 4.	Coupe de l'extrémité occidentale du Massif silurien de la Cordillère celtibérique.	368
Fig. 5.	Coupe passant par le terrain aquitanien de Castillo de Val.	380
E. HAUG. — Fig. 1.	Type <i>stenophyllien</i> . Cloison de <i>Glyphioceras micro-notum</i> (Phil.). Copie. Holzapfel, Carbon-Kalke von Erdbach, pl. II, fig. 1 b.	387
Fig. 2.	Type <i>euryphyllien</i> . Cloison de <i>Prolecanites Henslowi</i> (Sow.). Copie. Ibid., pl. III, fig. 14.	387
Fig. 3.	Cloison <i>dicranidienne</i> . <i>Propinacoceras Galilaei</i> Gemm. Copie. Gemm. Fauna dei calcari con Fusulina, pl. IX, fig. 5.	393
Fig. 4.	Cloison <i>trienidienne</i> . <i>Popanoceras Mölleri</i> Gemm. Copie. Ibid., pl. III, fig. 16.	393
Fig. 5.	Cloison <i>prionidienne</i> . <i>Daraelites Meek</i> . Gemm. Copie. Ibid., pl. X, fig. 20.	393
Fig. 6.	Cloison de <i>Dimorphoceras Gilbertsoni</i> (Phil.). Copie. Holzapfel, Carbon-Kalke von Erdbach, pl. III, fig. 12 b.	397
Fig. 7.	Cloison de <i>Thalassoceras varicosum</i> Gemm. Copie. Gemm. Fauna dei calcari con Fusulina, pl. V, fig. 22.	397
Fig. 8.	Cloison de <i>Thalassoceras Phillipsi</i> Gemm. Copie. Ibid., pl. X, fig. 15.	397
Fig. 9.	Cloison d' <i>Acrochordiceras Damesi</i> Nöatl. Copie. Hauer, Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkes, Denkschr. d. k. Akad. d. W. Math. naturw. Classe, vol. LIV, 1, pl. V, fig. 2 c.	397
Fig. 10.	Cloison de <i>Pericyclus virgatus</i> de Kon. Copie. Holzapfel, Carbon-Kalke von Erdbach, pl. III, fig. 8 b.	398
Fig. 11.	Cloison d' <i>Halorites superbus</i> Mojs. Copie. Mojsisovics, Ceph. d. Hallst. Kalke, pl. LXXXI, fig. 1 e.	398
Fig. 12.	Cloison de <i>Cyrtopleurites bicrenatus</i> Hau. Copie. Ibid., pl. CLVIII, fig. 3.	407
Fig. 13.	Cloison d' <i>Entosmoceras Sandlingense</i> Hau. Copie. Ibid., pl. CXXX, fig. 12.	407

C. VASSEUR. — Répartition des Hippurites dans le terrain crétacé des Martigues	431
DE STEFANI. — Fig. 1. Carte géologique de l'île de Corfou	446
Fig. 2. Coupe de la région septentrionale de Corfou	447
Fig. 3. Coupe d'Ecueils à S'-Nicolas	451
Fig. 4. Coupe de l'Esplanade au cap San Sidéro, à Corfou	452
Fig. 5. Terrains pliocènes à l'ouest de Corfou sur la mer.	457
Fig. 6. Coupe de l'île de Fanò	460
Fig. 7. Coupe de l'île de Merlera	460
Fig. 8. Vue perspective de la côte albanaise dans la région de Chimara	461
Fig. 9. Coupe de Parga au Margarition sur la côte de l'Epyre	463
G. STEFANESCU. — Section de l'îlot éocénique de Sacel	504
G. ROLLAND. — Profil hydrologique transversal par la région centrale de l'Oued Rlr'	519
J. ROUSSEL. — Fig. 1, 2 et 3. Coupes de Castelnou (Pyrénées-Orientales)	529-530
E. FICHEUR. — Fig. 1. Coupe passant par Bizot (Constantine)	549
Fig. 2. Coupe du Smendou au Col d'El-Kantour	551
Fig. 3. Coupe de la rive gauche du Chabet-Saïd à 8 kil. à l'O. du Smendou	552
Fig. 4. Profil du Coudlat-Aty au flanc de Chettaba	554
Fig. 5. Coupe de Mila à l'Oued-el-Kébir par Sidi-Merouan	560
Fig. 6. Coupe relevée à 2 kil. au N.-O. de Mila	564
Fig. 7. Coupe de Mila à Bouloua	565
Fig. 8. Coupe schématique de la disposition de l'Helvétien à Mila	566
Fig. 9. Coupe de Redjas à l'Oued Malah suivant la route.	568
Fig. 10. Coupe du vallon de l'Oued-Zid (Est de Ben-Chicao)	570
Fig. 11. Coupe du Djebel-Rethal à Ben-Mahis	571
J. BERGERON. — Fig. 1. Coupe N. S. passant par Teussines	581
Fig. 2. Coupe passant par St-Chinian et Riols	582
Fig. 3. Coupe E. O. passant par Camprafaud	586
Fig. 4. Coupe N. S. passant par le Signal de Marcory	588
DEPÉRET. — Fig. 1. Coupe des exploitations des graviers quaternaires à St-Fons	608
Fig. 2. Coupe du Miocène supérieur à Rageat, près Heyrieu	611
Fig. 3. Schéma de la vallée de Meximieux à l'époque du Pliocène moyen et à l'époque actuelle.	618
Fig. 4. Coupe schématique des berges de la vallée de l'Ain (Pliocène inférieur)	619
Fig. 5. Coupe nord-sud du Ravin de Sathonay	625
Fig. 6. Coupe de l'escarpement de Trévoux	626
Fig. 7. Coupe de la terrasse de Villefranche en face du Pont de Beau-Regard	628
BOISTEL. — Fig. 8. Vue générale du coteau de Vareilles, rive droite du Gardon	631
Fig. 9. Coupe du coteau au nord de Douvres	642
Fig. 10. Coteaux de la rive droite de l'Albarine, en amont d'Ambérieu	645

DE CHAIGNON. —	Fig. 11. Carte géologique des environs de Condal	660
	Fig. 12. Coupe relevée entre Cormoz et St-Sulpice	662
	Fig. 13. Coupe relevée le long du chemin de la Ferme Leschères	663
DEPÉRET. —	Fig. 14. Coupe transversale de la vallée St-Ferréol	671
	Fig. 15. Coupe de la Barque-Fuveau à Aix (d'après MM. Mathe- ron et Vasseur)	684
	Fig. 16. Coupe de l'Éocène à Orgon.	691
	Fig. 17. Coupe de l'Éocène à la Roquette, à P.O. de Mérindol.	693
	Fig. 18. Coupe de la gare des marchandises à Apt.	696
	Fig. 19. Coupe du Tertiaire au sud de Murs	700

FIN DE LA LISTE DES FIGURES

LISTE DES PLANCHES

- Pl. I. — REPELIN. — Coupes du massif des Soumata. — Fig. 1, Au sud d'El-Affroun rive droite de l'Oued Djer. — Fig. 2, Un peu à l'O. de l'Oued Djer. — Fig. 3, Dans la région d'Hamman Rirha.
- Pl. II. — P. MARTY. — Fig. 1, Bloc strié de la moraine de Louradou. — Fig. 2, Bloc strié du Puy de Cabannes.
- Pl. III. — Carte géologique (en couleurs) du thalweg de la moyenne vallée de la Cère (Cantal).
- Pl. IV. — M. BERTRAND. — Carte géologique (en couleurs) d'une partie de la Maurienne et de la Tarentaise.
- Pl. V. — Coupes de la Maurienne et de la Tarentaise. — Fig. 1, Coupe du col de Chavière au synclinal du Petit Mont Cenis. — Fig. 2, Coupe prise parallèlement plus au sud des Fourneaux (Modane) aux glaciers d'Etache et d'Ambin. — Fig. 3, Coupe brisée prise le long de l'Isère, du col de la Galise aux glaciers du Mont Pourri. — Fig. 4, Coupe du massif de la Grande Sassièrre du col du Mont à Val d'Isère.
- Pl. VI. — Carte des plis synclinaux de la zone frontière, entre la vallée d'Aoste et la Doire de Suse. $\frac{1}{500000}$.
- Pl. VII. — Carte de l'extension des calcaires triasiques et des schistes lustrés.
- Pl. VIII. — R. ZEILLER. — Fig. 1, *Plagiozamites Planchardi* B. Renault (sp.). Fragment de fronde. — Fig. 2, *Plagiozamites Planchardi* B. Renault (sp.). Sommet de fronde. — Fig. 3, *Plagiozamites Planchardi* B. Renault (sp.). Portion supérieure d'une fronde. — Fig. 4, *Plagiozamites Planchardi* B. Renault (sp.). Fragment de fronde. — Fig. 4A, Folioles du même, grossies une fois et demie. — Fig. 5, *Plagiozamites Planchardi* B. Renault (sp.). Fragment de fronde. — Fig. 5A, Base des folioles du même, grossie deux fois. — Fig. 5B, Sommet des folioles du même, grossi deux fois.
- Pl. IX. — Fig. 1, *Plagiozamites Planchardi* B. Renault (sp.). Fragment de fronde, vu en dessous. — Fig. 2, Folioles des mêmes, grossies une fois et demie; *Tæniopteris multinervis* Weiss. Portion supérieure d'une fronde. — Fig. 3, id. : Sommet d'une fronde. — Fig. 4, id. : Portion inférieure d'une fronde. — Fig. 5, id. : Fragment d'une fronde très large. — Fig. 6, *Neuropteris* sp. Fragment de penne. — Fig. 6A, Pinnule du même, grossie une fois et trois quarts.
- Pl. X. — NOLAN. — *Crioceras* du groupe des *Crioceras Duvali*. — Fig. 1^a, 1^b, 1^c, 1^d, *Crioceras Picteti* var. *majoricensis* nobis: 1^a, Exemplaire à tours très disjoints et chez lequel trois tubercules persistent sur chacune des grosses côtes jusqu'au moment où le Céphalopode atteint un diamètre de 3 centimètres 1/2; 1^b, Région siphonale du même exemplaire; 1^c, Exemplaire à tours peu disjoints, chez lequel, au diamètre de 2 centi-

mètres 1/2, les tubercules ne subsistent déjà plus qu'à l'extrémité siphonale des côtes (C'est par suite d'une déformation que l'extrémité du tour extérieur semble s'appuyer sur le précédent); 1^d, Tours internes d'un exemplaire à 1^e et montrant la disparition des trois tubercules sur les côtes lorsque le Céphalopode atteint un diamètre de 13 millimètres. — Fig. 2^a, 2^b, *Crioceras baleare* n. sp. : 2^a, Tours internes grossis d'un quart et montrant l'égalité des côtes et l'absence de tubercules lorsque l'échantillon n'a pas encore atteint 3 centimètres de diamètre; 2^b, Région siphonale du même. — Fig. 3^a, 3^b, 3^c, *Crioceras angulicostatum* d'Orbigny sp. : 3^a, Exemplaire réduit de 1/5, présentant, avant d'atteindre le diamètre de 2 centimètres 1/2, une égalité absolue des côtes, comme cela a lieu chez le *Crioceras baleare*. Les tours, d'abord en contact, se disjoignent à partir du diamètre de 5 centimètres 1/2; 3^b, Exemplaire à tours en contact, possédant, jusqu'au diamètre de 2 centimètres, des côtes tuberculeuses comme chez le *Crioceras Picteti*; 3^c, Exemplaire à tours très disjoints conservant trois tubercules sur chacune des côtes épaissies jusqu'au moment où il atteint le diamètre de 4 centimètres. Au diamètre de 5 centimètres 1/2, la bifurcation des côtes et leur tendance à la disparition dans la région ombilicale devient visible.

- Pl XI — CAYEUX. — Radiolaires précambriens. — Fig. 1^a, Section d'un *Cenosphaera* × 1550. — Fig. 1^b, *Cenosphaera* × 1350. — Fig. 2^a, *Carposphæra* × 1850. — Fig. 2^b, id. × 2300. — Fig. 3, *Stylosphaera* × 1200. — Fig. 4, *Staurosphaera* × 1500. — Fig. 5, *Acantosphaera* × 1875. — Fig. 6, *Cenellipsis* × 1300. — Fig. 7, *Spongurus* × 1150. — Fig. 8, *Tripocalpis* × 2000. — Fig. 9, *Tripilidium* × 1500. — Fig. 10^a, *Tripodiscium* × 1000. — Fig. 10^b, id. × 1250. — Fig. 10^c, id. 1000. — Fig. 10^d, id. × 1150. — Fig. 11^a, *Archicorys* × 1800. — Fig. 11^b, id. × 1050. — Fig. 11^c, id. × 2100. — Fig. 12, *Cyrtocalpis* × 1600. — Fig. 13^a, *Dictyocephalus* × 1600. — Fig. 13^b, id. × 1800. — Fig. 14, *Sethocapsa* × 1325. — Fig. 15, *Dicolocapsa* × 1700. — Fig. 16, *Theocampe* × 1600. — Fig. 17, *Carposphæra*? × 1500. — Fig. 18, *Staurosphaera*? × 2000. — Fig. 19, *Triactoma*? × 1750. — Fig. 20, *Lithapium*? × 1750. — Fig. 21, *Anthocyrtis*? × 2000. — Fig. 22, *Sphæroidea* indéterminé × 2000. — Fig. 23, *Discoidea* de la famille des *Porodiscida* × 2000. — Fig. 24, *Monocyrtida* indéterminé × 1350. — Fig. 25^a, *Monocyrtida* de la famille des *Tripocalpida* × 1500. — Fig. 25^b, *Monocyrtida* de la famille des *Tripocalpida* × 1600. — Fig. 26, *Monocyrtida* indéterminé × 1400. — Fig. 27^a, *Dicyrtida* indéterminé × 1400. — Fig. 27^b, *Dicyrtida* indéterminé × 1500. — Fig. 27^c, id. × 1150. — Fig. 28, *Dicyrtida* de la famille des *Tripocyrtida* × 1600. — Fig. 29, *Dicyrtida* indéterminé × 1700. — Fig. 30, id. × 1500. — Fig. 31, id. × 1500. — Fig. 32, id. × 1200. — Fig. 33, id. × 2000. — Fig. 34, id. × 1150.
- Pl. XII. — SCHLUMBERGER. — Fig. 2-5, *Lacazina Wichmanni* Schlumb. — Fig. 2, Section transversale. — Fig. 3-4, Section longitudinale. — Fig. 5, Section par le trématophore. Gross. 26/1.

- Pl. XIII. — LARRAZET. — Fig. 1 et 1bis, *Potamides Gaudryi* (nov. spec.). — Fig. 3, 4 et 5, *Potamides Munieri*, sensu stricto (nov. spec.). — Fig. 9, *Potamides Munieri*, var. *Dereimsi* (nov. var.). — Fig. 23, *Potamides Munieri*, var. *Haugi* (nov. var.). — Fig. 11, 12, 13, 14, 15 et 16, *Potamides Munieri*, var. *Boulei* (nov. var.). — Fig. 17 et 22, *Potamides Munieri*, var. *Bergeroni* (nov. var.). — Fig. 2, 6, 7, 8, 10, 14, 18, 19, 20 et 21, *Potamides Munieri*, formes de passages.
- Pl. XIV. — G. VASSEUR. — Fig. 1, Vue et coupe géologique des falaises tertiaires entre Marseille et la Chaîne de la Nerthe. — Fig. 2, Vue géologique des bords de l'étang de Berre entre la Mède et les Martigues.
- Pl. XV. — G. ROLLAND. — Profils et coupes par le bassin artésien du Bas Sahara. — Fig. 1, Profil nord-sud au travers de l'Afrique du Nord par l'Aurès et le Ahaggar. — Fig. 2, Essai d'une coupe générale nord-sud de Biskra à Timassinin. — Fig. 3, Essai d'une coupe générale est-ouest à Laghouat par Ourlana (Oued-Rir'). — Fig. 4, Profil hydrologique longitudinal de l'Oued-Rir'.
- Pl. XVI. — E. FICHEUR. — Fig. 1 à 3, Coupes des environs de Constantine. Fig. 4, Coupe du bassin de Constantine. — Fig. 5 et 6, Région de Mila. — Fig. 7, Coupe du bassin de Redjas.
- Pl. XVII. — DÉPÉRET. — Tranchée du chemin de fer près Sathonay. — Glaciaire et alluvions préglaciaires.
- Pl. XVIII. — Sables et argiles bigarrés de S'-Paul-Trois-Châteaux.
- Pl. XIX. — Discordance sur les sables bigarrés au sud de Saint-Restitut (Drôme).
- Pl. XX. — Escarpement des sables à *Scutella paulensis* à Barri (Drôme).
- Pl. XXI. — DÉPÉRET. — Poche d'argile sidérolithique miocène à La Grive (Isère).
- Pl. XXII. — BOISTEL. — Fig. 1, Coupe du conglomérat de S'-Germain d'Ambérieu, prise à Bettant, route de Torcieu. — Fig. 2, 3^a, 3^b, 4, Cailloux burinés de ce conglomérat; 3^b représente la face inférieure du caillou 3^a.
- Pl. XXIII. — DÉPÉRET. — Carte de l'extension des divers faciès de l'Eocène inférieur et moyen dans le bassin du Rhône.
- Pl. XXIV. — Fossiles miocènes et pliocènes de la Bresse. — Fig. 1, *Helix abretensis* Font. — Fig. 2, 2^a, 2^b, *Zonites Boisteli* n. sp. — Fig. 3, 3^a, 3^b, *Helix Theodori* de Stef. — Fig. 4, 4^a, *Neritina transversalis* Ziegl. — Fig. 5, *Bithinia sermenazensis* Boistel. — Fig. 6, *Bithinia Berthelini* Boistel. — Fig. 7, 7^a, *Planorbis Bigueti* Font. 3/1. — Fig. 8, *Valvata vallesstris*, Font. 3/1. — Fig. 9, 9^a, *Vitrina Ludovici* n. sp. 3/1. — Fig. 10, *Emmericia pliocenica* Sacco, 3/1. — Fig. 11, *Testudo ambergiensis* n. sp. Pièce nuchale. — Fig. 12, *Id.* Entosternum. — Fig. 13, *Gazella desperdita* Gerv. métatarse. — Fig. 14, *Cervus* aff. *Matheroni* Gaudry. Molaire supérieure. — Fig. 15, *Hyuna eximia* Roth et Wagn. Partie de mandibule.

DATE DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicule 1	—	(feuilles 1-4, Pl. I-III),	avril 1894.
—	2	(— 5-8, Pl. IV-VI),	mai 1894.
—	3	(— 9-12, Pl. VII-IX),	juin 1894.
—	4	(— 13-15, Pl. X-XI),	juin 1894.
—	5	(— 16-20, Pl. XII),	juillet 1894.
—	6	(— 21-26, Pl. XIII),	août 1894.
—	7	(— 27-29, Pl. XIV),	décembre 1894.
—	8	(— 30-33, Pl. XV),	janvier 1894.
—	9	(— 34-37, Pl. XVI),	février 1895.
—	10	(— 38-46, Pl. XVII-XXIV),	juillet 1895.

ERRATA DU TOME XXII

Le chiffre romain X a été placé par erreur avant L dans la pagination du
Compte-Rendu des séances entre CXL et CL.

Pages	Lignes	<i>au lieu de</i>	<i>Lire</i>
LXVIII	32	se montre	se prolonge
CLXVI	40	Miocène	Eocène
CLXVII	12	élastique	classique
CLXVIII	8 et suiv.	Geten	Geteu
362	12	turoniennes	urgoniennes
365	16 et 18	I. lata.	R. lata
365	20	1894	1891



Procédé D^r G. Fuarski

15, rue Montre, Paris

Tranchée du chemin de fer près Sathonay. — Glaciaire et alluvions préglaciaires





Sables et argiles ligarrés de St-Paul-trois-Châteaux

257



Procédé D^r G. Filaraki

15, rue Morère, Paris

Disconformance du Miocène sur les sables bigarrés au S. de S^t-Restitut (Drôme) •



Procédé D^r G. Falski

Escarpement des sables à *Scutella Saulensis* à Barri (Drôme)

15, rue Morère, Paris

11/11/11

Note de M^r Depéret

Bull. Soc. Géol. de France

3^e Sér., T. XXII, Pl. XXI



Procédé D^r G. Pélissier

11, rue Membre, Paris

J. Jurassique, S. Sclérolytique, GL. Caillouts glaciaires

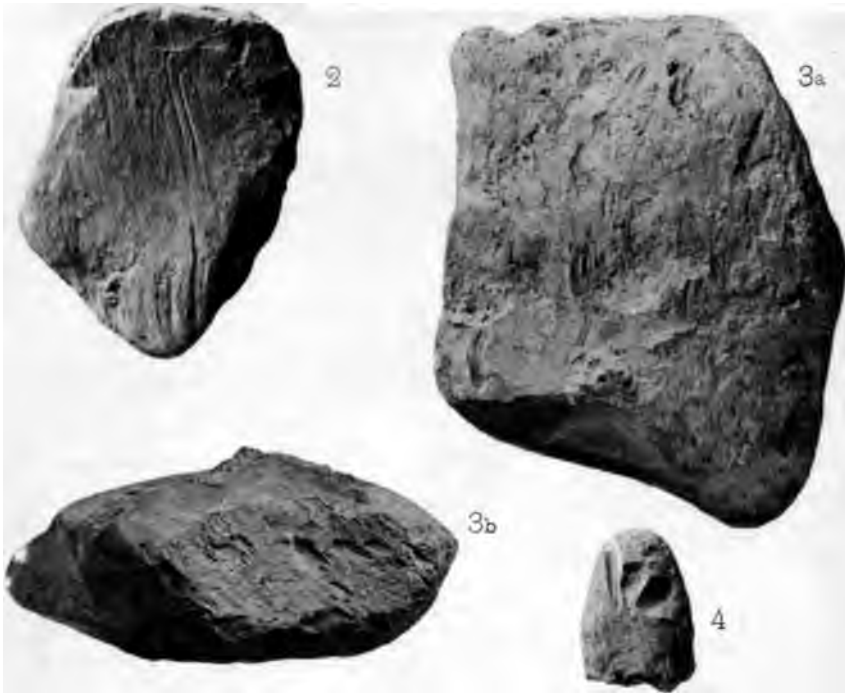
Poche d'Argile Sclérolithique miocène à la Grive (Isère)

1870

Note de M^r Boistel

Bull. Soc. Géol. de France

3^e Sér., T. XXII, Pl. XXII



1



Procédé D^r G. Pilarski

15, rue Morère, Paris

Conglomérats de St-Germain d'Ambérieu

8701



Carte de l'extension des divers faciès de l'Eocène inférieur et moyen dans le Bassin du Rhône.

Eocène inf. 1. Facies argileuse de Vitrolles.
2. Facies d'argile à silex du Maxonnais.
3. Facies de sables et argiles bigarrés.

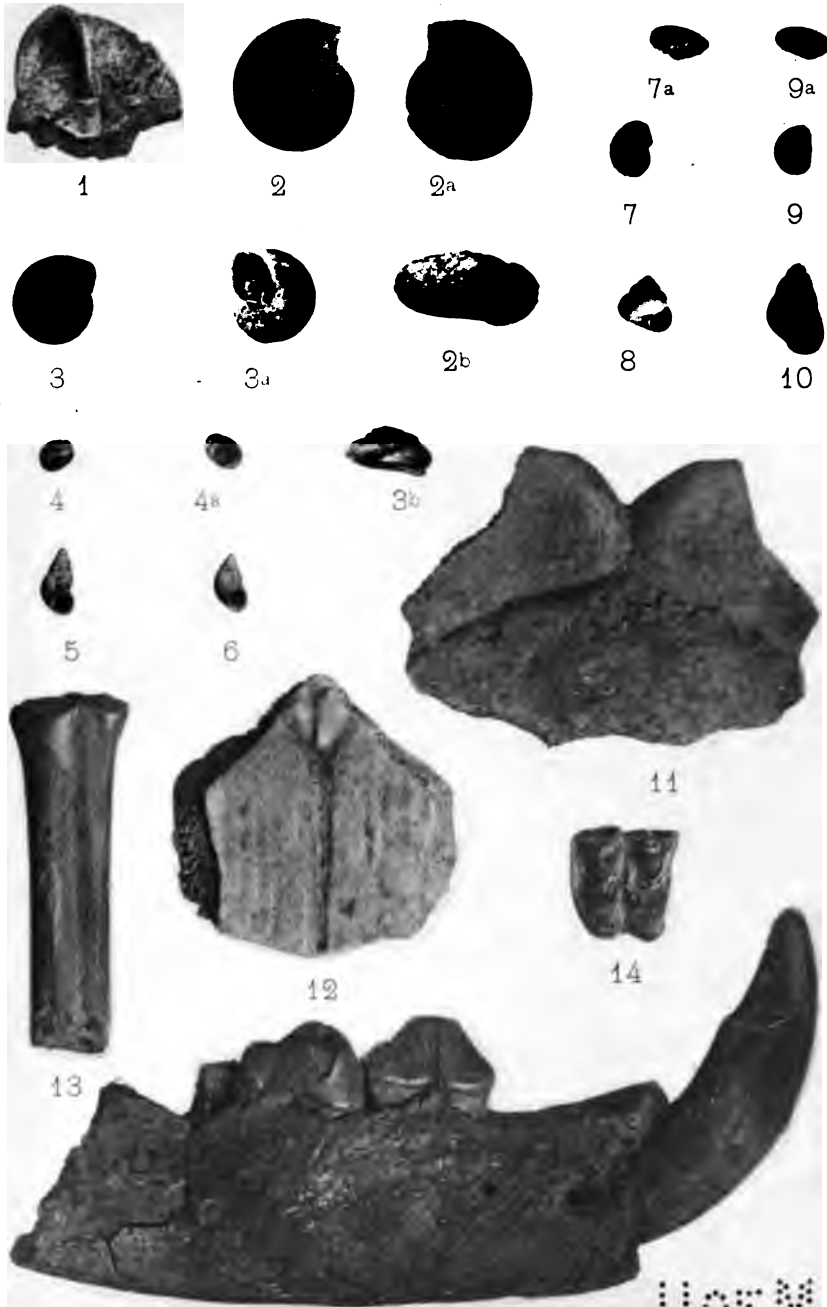
Eocène moyen. 4. Caltaires à *Pl. pseudo unguiculata*.



Note de M. Depéret

Bull. Soc. Géol. de France

3^e Sér., T. XXII, Pl. XXIV



15

Procédé D^r G. Pilarski

15, rue Morère, Paris

Fossiles miocènes et pliocènes de la Bresse



LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE



LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

pendant l'année 1894.

1^o OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

(*Les noms des donateurs sont en italique**).

Almera (J.) y Bofill y Poch (A.). — Fauna salobre Tortonense de Villanueva y Geltrú (Barcelona). In-8°, 16 p., 2 pl. Barcelona, 1893.

Bayley (W. S.). — A Summary of Progress in Mineralogy and Petrography in 1893. From Monthly Notes in the « American Naturalist. » In-8°, Waterville, Me. 1894.

Bernard (F.). — Eléments de Paléontologie. 2^e partie (p. 329-1168, Titre et préface). In-8°, 231 fig. dans le texte. Paris, 1893.

Bertrand (M.). — Lignes directrices de la Géologie de la France. In-4°, 5 p. Paris, 29 Janvier 1894 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

— Etudes sur le bassin houiller du Nord et sur le Boulonnais. In-8°, 71 p., 2 pl. (Extr. des Annales des Mines, 1894).

— La Géologie et les Mines du bassin du Niari (Revue générale des Sciences, N° du 13 Nov. 1894).

Bidou (L.). — Le soufre, ses gisements et son exploitation en Italie. In-8°, 23 p. Paris, 1894 (Extr. du journal Le Génie Civil).

Blake (J. F.). — The Evolution and Classification of the Cephalopoda, an account of recent advances. In-8°, 21 p., 1 tableau (Extr. Proc. Geologists' Assoc. 1892).

* Ne sont pas mentionnés dans cette liste les tirages à part du *Bulletin* de la Société offerts par les auteurs.

4 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

Bleicher. — Sur un nouvel horizon paléontologique du Lias moyen de la Lorraine. In-8°, 4 p. Nancy, s. d. [1893].

— Sur quelques faits nouveaux relatifs à la fossilisation osseuse. In-8°, 9 p. s. d. (Extr. de la « Bibliographie anatomique »).

— Le Minerai de fer de Meurthe-et-Moselle. In-8°, 22 p., 3 pl. Nancy, 1894 (Extr. Bull. Soc. Industrielle de l'Est).

— Sur la structure de certaines rouilles, leur analogie avec celle des minerais de fer sédimentaires de Lorraine. In-4°, 3 p. Paris, 1894 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

— Contribution à l'étude des Bryozoaires et des Spongiaires de l'Oolithe Inférieure (Bajocien et Bathonien) de Meurthe-et-Moselle. In-8°, 14 p., 3 pl. Nancy (s. d.).

— et *Barthélemy.* — Les anciens glaciers des Vosges méridionales. In-8°, 4 p. Paris. (Assoc. fr. pour l'Av. des Sc., Congrès de Besançon, 1893).

Bofill y Poch (A.). — Nota sobre el Mapa topográfico-geológico del medio y alto Vallés. Descubrimientos paleontológicos en el Trias de dicha Región. In-4°, 6 p., 1 pl. (Extr. Bol. R. Acad. Cienc. de Barcelona, 1893).

Boule (M.). — Note sur des restes de Glouton et de Lion fossiles de la Caverne de Lherm (Ariège). In-8°, 7 p. (Extr. de « l'Anthropologie ») [1894].

— Muséum d'Histoire Naturelle. Conférence de Paléontologie faite aux voyageurs (Revue Scientifique, n° du 16 Juin 1894).

— Sur des débris d'Arthropleura. In-4°, 22 p., 2 pl. Saint-Etienne, 1893 (Extr. Bull. Soc. Industrie Minérale).

Branco (W.). — Schwabens 125 Vulkan-Embryonen und deren tufflerfüllte Ausbruchsröhren, des grösste Gebiet ehemaliger Maare auf der Erde. Mit 2 geol. Karten u. 112 Textfig. In-8°, XV-826 p. Stuttgart, 1894.

Briart (A.). — Géologie des environs de Fontaine-L'Evêque et de Landelies. In-8°, 69 p., 1 carte géol., 1 pl. de coupes. Liège, 1894 (Extr. Ann. Soc. Géol. de Belgique).

Brongniart (Ch.). — Recherches pour servir à l'Histoire des Insectes fossiles des temps primaires, précédées d'une étude sur la Nervation des ailes des Insectes. 2 vol. in 4°. Saint-Etienne, 1893 (Extr. Bull. Soc. Industrie Minérale).

Calderon (S.). — Nota preliminar sobre la clasificación geológica de las arcillas y su papel en el globo. In-8°, 14 p. (Extr. Anales Soc. Esp. de Hist. Nat., 1893).

— Notas bibliograficas. In-8°, 4 p. (Extr. Actas Soc. Esp. de Hist. Nat., 1893).

— Notas minerologicas. Nuevos Hallazgos en la Provincia de Sevilla. In-8°, 40 p. Madrid, 1894 (Extr. Anales Soc. Esp. de Hist. Nat.).

— Recientes trabajos sobre el origen y formación de los depósitos de Mercurio. In-8°, 8 p. 1894 (Extr. Actas Soc. Esp. de Hist. Nat.).

— *y Chaves y Perez del Pulgar (F.)*. — Contribuciones al Estudio de la Glauconita. In-8°, 17 p. Madrid, 1894 (Extr. Anales Soc. Esp. de Hist. Nat.).

— *y Quiroga (F.)*. — Estudio petrográfico del Meteorito de Quareña, Badajoz. In-8°, 10 p., 4 pl. (Extr. Anales Soc. Esp. de Hist. Nat., 1893).

Caziot (C.). — Catalogue des Mollusques vivants des environs d'Avignon. In-8°, 25 p. Avignon, 1894 (Extr. Mém. Acad. Vaucluse).

Chaper (M.). — Huit cents kilomètres à l'Intérieur de l'Île de Bornéo. Notes de voyage. Avec carte. In-8°, 68 p. Paris, 1894 (Extr. Bull. Soc. Géogr. commerciale).

Callot (L.). — La formation du relief dans le département de la Côte-d'Or. In-8°, 23 p. Dijon, 1894 (Extr. Mém. Acad. Dijon).

Cornet (J.). — Die geologischen Ergebnisse der Katanga-Expedition. In-8°, 30 p. Gotha, 1894 (Extr. Petermann's Mitteilungen).

Cossmann (M.). — Appendice n° 1 au Catalogue illustré des Coquilles fossiles de l'Eocène des Environs de Paris. In-8°, 16 p. (Extr. Mém. Soc. Malacol. de Belgique, 1893).

— Notes complémentaires sur la faune Eocénique de l'Alabama. In-4°, Turin-Palermo, 1893. (Extr. Annales de Géol.).

— Révision sommaire de la faune du terrain Oligocène marin aux environs d'Etampes (suite). In-8°, 67 p., 1 pl. [Extr. Journ. de Conchyliol., 1893].

— Gastéropodes. Extrait de l'Annuaire Géologique Universel, t. IX, 1893. In-8°, p. 741-801, Paris, 1893-94.

Cotteau (G.). — Echinides nouveaux ou peu connus. 12^e article. In-8°, 44 p., 2 pl. Paris, 1893 (Extr. Mém. Soc. Zool. de Fr.).

— Le Congrès de l'Association française à Besançon. Réunion de la Société Helvétique des Sciences Naturelles à Lausanne. In-8°, 32 p. Auxerre, 1894 (Extr. Bull. Soc. Sc. Hist. et Nat. de l'Yonne).

Courcy (A. de). — De l'Assurance par l'Etat. 4^e éd. suivie de : Les Sociétés étrangères d'assurances sur la vie (autorisation et surveillance). In-8°, V-110 p. Paris, 1894.

Dale (T. Nelson). — The Rensselaer Grit Plateau in New York. Gr. in-8°, p. 291-340, 5 pl. Washington, 1894 (Extr. 14th Ann. Rep. U. S. Geol. Survey).

Dames (W.). — Ueber das Vorkommen van Ichthyopterigiern in Tithon Argentinien. In-8°, 11 p., 1 pl. (Extr. Zeitschr. D. Geol. Ges. 1893).

— Ueber die Gliederung der Flötzformationen Helgolands. Gr. in-8°, 21 p. (Extr. Sitzungsber. K. Preuss. Akad. Wiss. 1893).

Daubrée (A.). — Institut de France. Académie des Sciences. Funérailles de M. Mallard... le lundi 9 Juillet 1894. Discours prononcé par M. Daubrée. Discours de M. Haton de la Goupillière. In-4°, 10 p.

Depéret (Ch.). — Sur un gisement sidérolithique de Mammifères de l'Eocène moyen, à Lissieu, près Lyon. In-4°, 3 p. Paris, 9 Avril 1894 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

Diller (J. S.). — Cretaceous and early Tertiary of Northern California and Oregon. In-8°, 20 p., 1 pl. Rochester, 1893 (Extr. Bull. Geol. Soc. of America).

— Revolution in the Topography of the Pacific Coast since the Auriferous Gravel Period. In-8°, 22 p. Chicago, 1894 (Extr. Journal of Geol.).

— and *Schuchert (C.)*. — Discovery of Devonian Rocks in California. In-8°, 7 p. 1894 (Extr. Amer. Journ. of Sc.).

— and *Stanton (T. W.)*. — The Shasta-Chico Series. In-8°, 30 p. Rochester, 1894 (Extr. Bull. Geol. Soc. of America).

Dollfus (G.-F.). — Considérations sur la limite Sud du bassin houiller du Nord de la France. In-8°, 12 p. Lille, 1893 (Extr. Anu. Soc. Géol. du Nord).

Duparc (L.). — Le Lac d'Annecy. Monographie. In-8°, 33 p., 1 carte. Genève, 1894 (Extr. Archives des Sc.).

— Prolongement supposé de la chaîne de Belledonne vers le Nord. In-8°, 4 p., 1894. (Idem).

— *et Delebecque (A.)*. — Sur les gabbros et les amphibolites du massif de Belledonne. In-4°, 3 p. Paris, 1894 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

— *et Mrazec (L.)*. — Le Massif de Trient. Etude pétrographique. In-8°, 16 p., 1 pl. (Extr. Archives des Sc.) 1894.

— — Note sur Serpentine de la Vallée de Binnen (Valais). In-8°, 8 p. Paris, 1894. (Extr. Bull. Soc. fr. de Minéralogie).

— *et Ritter*. — Les formations du Carbonifère et les Quartzites du Trias dans la région N.-W. de la première zone alpine. In-4°, 36 p. Genève et Bâle, 1894 (Extr. Mém. Soc. de Physique et d'Hist. Nat. de Genève).

— — [Sur les éclogites et amphibolites du Grand-Mont]. In-8°, 3 p. 1894 (Extr. Archives des Sc.).

Dupont (E.). — Les calcaires et schistes frasniens dans la région de Frasn. In-8°, p. 174-218, 1 pl. Bruxelles, 1893. (Extr. Bull. Soc. belge de Géol.).

— Les phénomènes généraux des cavernes en terrains calcaireux et la circulation souterraine des Eaux dans la Région Han-Rochefort. In-8°, 113 p., 2 pl. Bruxelles. [Extr. Mém. Soc. belge de Géol., 1893].

Egleston (T.). — A Catalogue of Minerals and Synonyms. 2^d Ed., revised and enlarged. 1 vol. in-8°, New York, 1891 (Don de M. *Chaper*).

Farrington (O. C.). — An Analysis of Jadeite from Mogoung. Burma. In-8°, 2 p., s. d. (Extr. Proc. U. S. Nat. Museum).

Ficheur (E.). — Le bassin lacustre de Constantine et les formations oligocènes en Algérie. In-4°, 3 p., 7 Mai 1894 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

Firket (Id.). — Sur quelques combustibles belges assimilés ou assimilables au Cannel-Coal anglais. In-8°, 6 p., Liège, 1893 (Extr. Ann. Soc. Géol. de Belgique).

— L'origine et le mode de formation de la Houille. In 8°, 56 p. Liège-Paris, 1894. (Extr. Revue Univ. des Mines).

Fischer (P.). — Discours prononcés aux funérailles de M. Paul Fischer, le 1^{er} Décembre 1893. In-8°, 27 p. portrait, Paris, 1894 (Extr. Journ. de Conchyliol.).

8 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

Fliche (R.). — Sur des fruits de palmiers trouvés dans le Cénomarien aux environs de Sainte-Menèhould. In-4°, 2 p. Paris, 16 Avril 1894 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

— Etudes sur les flores de l'Aube et de l'Yonne (Distribution et origine de certains de leurs éléments). In-8°, 51 p. Troyes, 1894. (Extr. Mém. Soc. Acad. de l'Aube).

Fornasini (C.). — Contributo alla conoscenza della Microfauna terziaria italiana. Foraminiferi delle marne Messinesi. Collezioni O. G. Costa e G. Seguenza (Museo di Napoli). In-4°, 35 p., 3 pl. Bologna, 1894 (Extr. Mem. R. Accad. Sc. di Bologna).

— *Reophax Papillosa* Neug. Sp. In-8°, 4 p. Bologna, 1894.

— I Foraminiferi della Collezione Soldani relativa al « Saggio Orittografico » esistente nel Museo paleontologico del R. Istituto di Studi Superiori in Firenze. In-8°, 32 p., 1 pl. Bologna, 1894.

Forsyth Major (C. I.). — On *Megaladapis Madagascariensis*, an Extinct Gigantic Lemuroid from Madagascar; with Remarks on the Associated Fauna, and on its Geological Age. In-4°, 24 p., 3 pl. London, 1894 (Extr. Phil. Transact.).

Fortin (R.). — Silex taillés des Limons. In-8°, 4 p. Louviers, 1894 (Extr. Bull. Soc. Normande d'Etudes préhistoriques).

— Notes de Géologie Normande. I. Sur l'existence du *Micraster Normanniae* E. Buc. à Bonscours, près Rouen. In-8°, 4 p., Rouen, 1894 (Extr. Bull. Soc. Amis des Sc. Nat. de Rouen, 1893).

— Notes de Géologie normande. II. Notice explicative du profil géologique du chemin de fer (Ligne de Vire à Avranches), aux abords de Mortain (Manche). In-8°, 7 p., 1 pl. Havre, 1894 (Extr. Bull. Soc. Géol. de Normandie, 1891).

— Notes de Géologie Normande. III. Sur un gisement de Mammifères de l'époque pléistocène découvert à Orval (Manche). In-8°, 3 pl. Havre, 1894 (Idem).

Fritsch (A.). — Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. Band III, Heft 3. Palaeoniscidae. I. In-4°, p. 81-104, pl. 113-122. Prag. (s. d.).

Fritsche (H.). — Die Magnetischen Localabweichungen bei Moskau und ihre Beziehungen zur dortigen Local-Attraction. In-8°, 39 p.,

5 pl. Moscou, 1893 (Extr. Bull. Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou).

Frossard (Ch.-L.). — L'Or des Pyrénées. Mémoire. In-8°, 11 p. Bagnères-de-Bigorre, 1894.

Gaudry (A.). — L'Eléphant de Durfort. In-4°, 25 p., 1 pl. Paris, 1893 (Extr. du Volume commémoratif du Centenaire de la fondation du Muséum d'Hist. Nat.).

Gilbert (G. K.); *Lyman (B. S.)*. — The name « Newark » in American Stratigraphy : a joint discussion. In-8°, 7 p. (Extr. Journ. of Geol. [1894]).

[*Gosselet (J.)*]. — Réunion extraordinaire annuelle de la Société Géologique du Nord à Bourbourg, le 18 Juin 1893. In-8°, 5 p., 1 pl. Lille, 1893 (Extr. Ann. Soc. Géol. du Nord).

— Les Collines de l'Artois. In-8°, 7 p. Lille, 1893 (XIII^e Congrès Nat. de Géographie, Lille, 1892).

— Note sur les gîtes de Phosphate de Chaux des Environs de Fresnoy-le-Grand. In-8°, 12 p. Lille, 1893 (Extr. Ann. Géol. du Nord).

— Gîtes de Phosphate de Chaux de Templeux-Bellicourt et de Buire. Grès à silex de Beuzeville. In-8°, 14 p. Lille, 1893 (Idem).

— *de Dorlodot et Rutot*. — Compte Rendu général des Séances et Excursions de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie à Namur, les 14-16 Août 1889, comprenant l'Exposé de la Constitution géologique des environs de Namur. In-8°, 74 p., 1 pl. 1890 (Extr. Bull. Soc. belge de Géol.).

— *et Ladrière*. — Note sur la coupe du canal d'Audruick et sur le tuf calcaire de Saint-Pierre. In-8°, 7 p. Lille, 1893 (Extr. Ann. Soc. Géol. du Nord).

Gümbel (Dr r.). — Naturwissenschaftliches aus der Umgebung von Gardone Riviera auf Gardasee. Petit in-8°, 26 p. München, 1895, (Sep.-Abdr. aus Dr. H. Heintzelmann « Gardone Riviera »).

Haas (H. J.). — Quellenkunde. Lehre von der Bildung und vom Vorkommen der Quellen und des Grundwassers. In-8°, VIII-220 p. Leipzig, 1895.

Harlé (Ed.). — Restes d'Elan et de Lion dans une station préhistorique de transition entre le Quaternaire et les temps actuels à Saint-Martory (Haute-Garonne). In-8°, 5 p. (Extr. de « L'Anthropologie », 1894).

10 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

Haug (E.). — Les régions naturelles des Alpes, avec carte en couleur (Annales de Géogr., n° 10, 3^e année, 15 Janvier 1894).

— Article « Jura » du Dictionnaire Géographique et Administratif de la France et de ses Colonies, par P. Joanne. Livraison 73. In-4°, Paris [1894].

— Les Zones tectoniques des Alpes de Suisse et de Savoie. In-4°, 4 p. 19 Mars 1894 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

— Revue annuelle de Géologie. (Revue générale des Sc., n° du 30 Octobre 1894).

Holmes (T. V.), *Taylor (J. E.)*, and *Whitaker (W.)*. — The Eastern Counties' Coal Boring and Development Syndicate limited... Geological Report. In-8°, 15 p. Ipswich, 1893.

Irving (R. D.) and *Van Hise*. — The Penokee Iron-bearing Series of Michigan and Wisconsin. Gr. in-8°, av. pl. Washington 1890 (Extr. 10th Ann. Rep. U. S. Geol. Survey).

Issel (A.) e *Traverso (S.)*. — Nota sul Litorale fra Vada e Spotorno. In-8°, 20 p. Genova, 1894. (Extr. Atti. Soc. Ligust. Sc. Nat. e Geogr.).

Joanne (P.). — Dictionnaire Géographique et Administratif de la France et de ses Colonies. Publié sous la Direction de —. T. I-III et livraisons 75-83. In-4°, Paris. 1890-1894 (A-Loir).

Karrer (F.). — Geologische Studien in den Tertiären und jüngeren Bildungen der Wiener Beckens. In-8°, 21 p. (Extr. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst. 1893).

Kilian (W.). — Contribution à la connaissance de la Franche-Comté septentrionale, les collines pré-jurassiennes et le Jura du Doubs. (Annales de Géogr., n° du 15 Avril 1894).

— Observations sur l'enneigement et sur l'état des Glaciers du Dauphiné. 1893-1894. In-8°, 6 p. (Extr. Annuaire Soc. des Touristes du Dauphiné).

— Sur la Constitution géologique du Jura, du Doubs et des régions voisines. In-8°, 4 p. Paris (Extr. Assoc. fr. Av. Sc., Congrès de Besançon, 1893).

— Sur les tufs calcaires du Col du Lautaret (Hautes-Alpes). In-4°, 3 p. Paris, 1894 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

— Notes géologiques sur le Jura du Doubs. VI^e partie. Contribution à l'étude du Bajocien, par W. Kilian et P. Petitclerc. In-8°,

45 p., 2 pl. Montbéliard, 1894 (Extr. Mém. Soc. d'Emulation de Montbéliard).

— *et Lory (P.)*. — Les Alpes françaises à travers les périodes géologiques. Leçon professée à la Faculté des Sciences de Grenoble, le 1^{er} Décembre 1893. In-4^o, 6 p. (Extr. Feuille des Jeunes Naturalistes).

Lacroix (A.). — Etude sur le Métamorphisme de contact des Roches volcaniques. In-4^o, Paris, 1894 (Mém. présenté par div. Sav. à l'Acad. des Sc., t. XXXI, n^o 7).

— Les Enclaves des Roches volcaniques. 1 vol. in-8^o, Mâcon, 1893 [Extr. Ann. Acad. Mâcon, X].

Lapparent (A. de). — L'Equilibre de la Terre Ferme. In-8^o, 24 p. Paris, 1894 (Extr. du Correspondant).

— L'Age des formes topographiques. In-8^o, 53 p. Bruxelles, 1894 (Extr. de la Revue des Quest. Scientifiques).

Launay (L. de). — Statistique de la production des gîtes métallifères. 1 vol. in-16. Paris, s. d. [1893] (Encyclopédie des Aide-Mémoire).

Lennier (G.). — Etudes géologiques. Le sol de la ville du Havre et ses environs. Les Eaux d'alimentation, leur origine, leur niveau, leur composition (2 exemplaires). In-8^o, 16 p., 3 pl. Havre, 1894 [Extr. Bull. Soc. Géol. de Normandie].

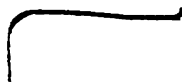
Lewis (H. Carvill). — Papers and Notes on the Glacial Geology of Great Britain and Ireland. Edited from his unpublished mss. with an Introduction by H. W. Crosskey. In-8^o, London 1894 (Don de M^{me} H. C. Lewis).

Locard (A.). — Note sur les Coquilles terrestres de la faune quaternaire de la Baume d'Hostun (Drôme). Gr. in-8, 22 p. Paris, 1890.

— Description des Mollusques quaternaires nouveaux recueillis aux environs de Crémieu (Isère) par M. le Dr Jacquemet. Gr. in-8^o, 20 p. [Lyon, Soc. Linnéenne, 1894].

Lyman (B. S.). — Age of the Newark Brownstone. In-8^o, 5 p. (Extr. Proc. Amer. Phil. Soc., 1894).

— Topography of Bucks and Montgomery Counties (2 ff.); Geology and Topography of Bucks and Montgomery Counties (2 ff.). Philadelphia, 1893 [Extr. Atlas accomp. Final Report, 2^d Geol. Survey of Pennsylvania].



12 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

— Some New Red Horizons. In 8°, 24 p., 2 pl., Philadelphia, 1894 (Extr. Proc. Amer. Phil. Soc.).

— Some Coal Measure sections near Peytona, West Virginia. In-8°, 28 p., 2 cartes, Philadelphia, 1894 (Idem).

Margerie (Emm. de). — River Courses in the Jura Mountains. In-4°, 2 p. (Extr. du Journal « Science » (New York), Jan. 5, 1894).

Merrill (G. P.). — The formation of Sandstone Concretions. In-8°, 2 p., 1 pl., s. d. (Extr. Proc. U. S. Nat. Museum).

— On the formation of Stalactites and Gypsum Incrustations in Caves. In-8°, 5 p., 4 pl. Washington, 1894 (Idem).

Mieg (M.). — Mulhouse et le Sundgan avant l'Histoire. In-8°, 15 p. (Extr. Bull. Soc. Industrielle de Mulhouse, Avril 1894).

Miffre (J.). — Action éloignée. Action sur les mouvements locaux et généraux de la Terre. Retournement de la Terre. In-4°, 10 p. Paris, 1893.

Miquel (J.). — Note sur la Géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Le Cambrien et l'Arenig. In-8°, 36 p., 1 tableau, Béziers, 1894.

Mortillet (G. de). — Réforme de la Chronologie. In-8° (Extr. Bull. Soc. d'Anthropologie, Paris, 1893, p. 747-754).

— Ecole d'Anthropologie de Paris, 1894-95. Classification palethnologique du Prof. G. de Mortillet, mise au niveau des découvertes actuelles. 1 f. autogr.

— Station paléolithique sous-marine du Havre (Seine-Inférieure). In-8°, 12 p., 1894 (Extr. Bull. Soc. d'Anthropologie, Paris).

Mourlon (M.). — Sur la position stratigraphique des gîtes fossilifères de l'Eocène supérieur au Nord du Glabais, près de Genappe. In 8°, 4 p. [Extr. Bull. Acad. Roy. de Belgique].

— Sur la prédominance et l'extension des dépôts de l'Eocène supérieur Asschien, dans la région comprise entre la Senne et la Dyle. In-8°, 15 p. [Id.].

— Sur la création d'un Bureau International de Bibliographie. In-8°, 10 p. (Id., 1894).

Murray (J.) et Renard (A.-F.). — Carte des Sédiments de mer profonde, avec notice explicative. In-8°, 45 p., 1 pl. Bruxelles, 1894.

Newton (R. B.) and Harris (G. F.). — A Revision of the British Eocene Scaphopoda, with Descriptions of Some New Species. — Descriptions of some new or little known Shells of Pulmonate Mollusca from the Oligocene and Eocene formation of England. In-8°, 15 p., 1 pl. (Extr. Proc. Malacol. Soc. 1894).

— — A Revision of the British Eocene Cephalopoda. In-8°, 13 p., 1 pl. (Idem).

Nogués (A. F.). — Descendencia del Hombre i Darwinismo. ¿ De dónde descende el Hombre ? ¿ Cuáles son sus antecesores antro-poides ? In-8°, 89 p. Santiago, 1893.

— El volcanismo Chileno. In-8°, 31 p. Santiago, 1894 (Extr. Anales de la Universidad).

— 1° Note sur les fractures des terrains à lignites du Sud du Chili; 2° Note sur le gisement du charbon de Quilacoya; 3° Note sur un voyage géologique des Thermes de Cauquenes au Glacier des Cypres; 4° Note sur un tourbillon cyclonique et la génération des tourbillons dans les fluides. In-8°, 64 p., 13 pl. Santiago, 1894 (Mémoires extr. des Actes de la Soc. Scientifique du Chili).

Ogilvie (Maria M.). — Coral in the « Dolomites » of South Tyrol. In-8°, 22 p., 2 pl. (Extr. Geol. Mag., 1894).

Omboni (G.). — Discorso di Apertura della Riunione nel Vicentino della Società Geologica Italiana nel Settembre 1892. In-8°, 39 p. Roma, 1893 (Extr. Bull. Soc. Geol. Ital.).

Ordoñez (E.). — Memorias de la Sociedad Científica « Antonio Alzate », Mexico. Notas acerca de los ventisqueros del Ixtaccihuatl. In-8°, 12 p. Mexico, 1894.

Packard (R. L.). — Note on a blue Mineral, supposed to be Ultramarine, from Silver City, New Mexico. In-8°, 2 p. (Extr. Proc. U. S. Nat. Museum).

Paquier (V.). — Contributions à l'étude du Bajocien de la bordure occidentale de la chaîne de Belledonne. Région comprise entre La Table (Savoie) et Uriage (Isère). In-8°, 20 p. (Extr. Annales Ens. Supér. Grenoble, 1894).

Parent (H.). — Notes sur les terrains tertiaires du Pays de Caux. In-8°, 15 p. Lille, 1894 (Extr. Ann. Soc. Géol. du Nord).

— Notes sur les Sables du Bois de Fiennes. Présence du terrain

14 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

Néocomien dans le Boulonnais. Les Poudingues portlandiens du Bac-Boulonnais. In-8°, 41 p. Lille, 1894 (Idem).

— La faune des Sables de Mons-en-Pévèle. In-8°, 12 p. Lille, 1894 (Idem).

Parona (C. F.), Sacco (F.) e Virgilio (F.). — Bibliografia Geologica del Piemonte. In-8°, 60 p. Roma, 1894 (Extr. Boll. Soc. Geol. Italiana).

Penck (A.), Brückner (Ed.) et Du Pasquier (L.). — Le système glaciaire des Alpes. Guide publié à l'occasion du Congrès Géologique International. In-8°, 86 p. Neuchâtel, 1894 (Extr. Bull. Soc. Sc. Nat. de Neuchâtel).

Perner (J.). — Etudes sur les Graptolites de Bohême. 1^{re} partie. Structure microscopique des genres *Monograptus* et *Retiolites* (Suite de l'ouvrage: Système Silurien du Centre de la Bohême, par J. B. Barrande. Editée aux frais du *Barrande-Fonds*). In-4°, 14 p., 3 pl. col. Prague, 1894.

Petitclerc (P.). — Contributions à l'étude du Bajocien dans le Nord de la Franche-Comté. 2^e partie. La faune du Bajocien inférieur dans le Nord de la Franche-Comté. Mémoire accompagné d'une note de M. J. Lambert sur quelques oursins bajoriens des environs de Vesoul. In-8°, p. 47-161, Montbéliard, 1894 (Extr. Mém. Soc. d'Emulation de Montbéliard).

Piette (Ed.). — L'époque éburnéenne et les races humaines de la période glyptique. In-8°, 27 p. Saint-Quentin, 1894.

Poëta (Ph.). — Système Silurien du Centre de la Bohême par J. Barrande. 1^{re} partie. Recherches Paléontologiques. Continuation, éditée par le *Musée Bohême*. Volume VIII. Tome 1^{er}. Bryozoaires, Hydrozoaires et partie des Anthozoaires. Texte et 21 pl. In-4°, Prague, 1894.

Pompeckj (J. F.). — Ueber Ammonoideen mit «anormaler Wohnkammer». Habilitationsschrift zur Erlangung der Venia Legendi der hohen Phil. Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität in München. In-8°, Stuttgart, 1894, p. 220-290, 1 pl. (Extr. Jahreshefte d. Ver. f. Vaterl. Landeskunde v. Württemberg).

Prestwich (J.). — A possible Cause for the Origin of the Tradition of the Flood. Being a Paper read before the Victoria Institute. In-8°, 38 p. (s. l. n. d.).

Quiroga (F.). — El Profesor D. Juan Vilanova y Piera. In-8°, 10 p. 1893 (Extr. Soc. Esp. de Hist. Nat.).

Ramond (G.). — Asie et Océanie. (Extrait de l'Annuaire Géologique Universel. Tome IX, 1892. In-8°, p. 563-612. Paris, 1893-94).

— *et Dollfus (G.).* — Géologie du Spitzberg, à propos de la Mission de « La Manche ». Notes et Résumés. In-8°, 20 p., 1 carte col. 1894 (Extr. Feuille des Jeunes Naturalistes).

Reinach (A. v.). — Resultate einiger Bohrungen, die in den Jahren 1891-93, in der Umgebung von Frankfurt a. M. ausgeführt wurden. Nebst Anhang : Die Foraminiferen-Fauna im Septarienthon von Frankfurt a. M. und ihre vertikale Gliederung. In-8°, 33 p. (Extr. Bericht Senckenberg. Ges. Frankfurt a. M. 1894).

Renecier (E.). — Géologie des Préalpes de la Savoie. Adresse présidentielle présentée à la 76^e session de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. In-8°, 21 pl., 2 p. Lausanne, 1893.

Riche (A.). — Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le grade de Docteur ès-Sciences Naturelles. 1^{re} thèse. — Etude stratigraphique sur le Jurassique Inférieur du Jura Méridional. 1 vol. in-8°, Paris, 1893.

— Esquisse de la partie inférieure des terrains jurassiques du département de l'Ain. In-8°, 103 p. Lyon, 1894 (Extr. Annales Soc. Linnéenne de Lyon).

Risler (E.). — Géologie agricole. 1^{re} partie du Cours d'Agriculture comparée fait à l'Institut National Agronomique. Tome III, 1^{er} fascicule. In-8°, Paris, 1894.

Rodriguez (J. S.). — Note sulle Rocce vulcaniche e principalmente su i Tufi dei dintorni immediati di Roma. In-4°, 18 p., 1 tableau, Roma, 1893.

Rouville (P.-G. de). — L'Hérault géologique [1^{re} partie]. In-8°, IV-148 p., 2 pl. fig. Montpellier, 1894.

— *et Delage (A.).* — [Sur le Paléozoïque central de l'Hérault]. In-8°, 3 p. (Extr. Acad. des Sc. de Montpellier, 1894).

— — *et Miquel (J.).* — Les terrains primaires de l'arrondissement de Saint-Pons (Hérault). Avec 1 carte géol. col. au 1/80.000^e et 1 pl. de coupes. In-8°, 46 p. 1894 (Extr. Mém. Acad. de Montpellier).

16 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

Sacco (F.). — L'Appennino dell' Emilia. Studio geologico sommario. In-8°, 193 p. (Extr. Bull. Soc. Geol. Ital. 1893).

— Escursione geologica eseguita il 21 Settembre 1893 attraverso i colli terziarii di Torino. In-8°, 14 p. (Extr. Bull. Soc. Géol. Ital.).

— Gli Anfiteatri morenici del Lago di Como. Studio geologico. In-8°, 59 p., 1 carte, Torino, 1893 (Extr. Annali R. Accad. d'Agric. di Torino).

— Sur quelques Tinoporinæ du Miocène de Turin. In-8°, 4 p. Bruxelles, 1893 (Extr. Bull. Soc. belge de Géol.).

— I molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. Parte XIV-XVI. In-8°, 2 + 6 p. Torino, 1893-94.

— L'Appennino Settentrionale (Appendice Prima). In-8°, 34 p. Roma, 1894 (Extr. Bull. Soc. Geol. Ital.).

— Appunti Paleontologici. IV. Trionici di M. Bolca. In-8°, 12 p., 1 pl. Torino, 1894 (Extr. Atti R. Accad. Sc. Torino).

— Lo Sviluppo glaciale nell' Appennino Settentrionale. In-8°, 23 p. 1 carte, Torino, 1894 (Extr. Boll. C. A. I.).

— Le Variazioni dei Molluschi. In-8°, 24 p., 1 pl. Modena, 1894 (Extr. Bull. Soc. Malacol. Ital.).

Saint-Saud (C^{te}. de) et Labrousse (P.). — Excursions dans les Sierras d'Espagne. Les Picos de Europa (Monts Cantabriques). Etude orographique (1890-1893). Partie cartographique par le Col. Prudent. In-8°, 55 p. 1 carte, Paris, 1894 (Extr. Ann. C. A. F.).

Salmon (P.). — Les Phosphates de la Somme. Arrondissements de Péroune (Somme) et de Saint-Quentin (Aisne); et note additionnelle sur la formation des phosphates, par R. Fortin. In-8°, 10 p. Rouen, 1894 (Extr. Bull. Soc. des Amis des Sc. Nat. de Rouen, 1893).

Saporta (G. de). — Sur les rapports de l'ancienne flore avec celle de la région provençale actuelle. In-8°, 27 p., 3 pl. Paris, 1894 (Extr. Bull. Soc. Bot. de Fr.).

Sauvage (H.-E.). — Description de deux espèces nouvelles de Poissons du terrain kimméridgien du Cap de la Hève. In-8°, 7 p., 2 pl. Le Havre, 1893 (Extr. Bull. Soc. Géol. de Normandie).

— Note sur quelques Poissons du calcaire bitumineux d'Orbagnoux (Ain). In-8°, 18 p., 2 pl. (Extr. Bull. Soc. Hist. Nat. d'Autun, 1893).

Schardt (H.). — Coup d'œil sur la structure géologique des environs de Montreux. Avec un panorama géologique et 1 pl. de profils. In-8°, 15 p. Lausanne, 1893 (Extr. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.).

— Sur l'origine des Préalpes Romandes. In-8°, 14 p. (Extr. Archives des Sc. Genève, 1893).

— Géologie des Dents du Midi et des Tours Salières. In-8°, 2 p. (Idem, 1894).

— Note sur la structure géologique de la chaîne du Grammont et des Cornettes de Bise. In-8°, 4 p., 1 pl. (Extr. Bull. des trav. de la Murithienne, s. d.).

Schenck (A.). — Gebirgsbau und Bodengestaltung von Deutsch-Südwest-Afrika. In-8°, 18 p. Berlin, 1893 (Extr. Verhandl. X. Deutschen Geographentages).

Schrader (F.) et Margerie (E. de). — Aperçu de la forme et du relief des Pyrénées. In-8°, 24 p., 1 carte. (Extr. Ann. C. A. F., 1893).

Scudder (S. H.). — The American Tertiary Aphidæ. Gr. in-8°, 5 pl. Washington, 1893. (Extr. 13th Ann. Rep. U. S. Geol. Survey).

— Tertiary Tipulidæ, with special Reference to those of Florissant, Colorado. In-8°, 83 p., 9 pl. Reprinted Avril 4, 1894, from Proc. Amer. Phil. Soc., vol. XXXII.

— The effect of Glaciation and of the Glacial Period on the present Fauna of North America. In-8°, 9 p. 1894. (Extr. Amer. Journ. Sc.).

Seward (A. C.). — Catalogue of the Mesozoic Plants in the Department of Geology. *British Museum (Natural History)*. The Wealden Flora. Part. I. Thallophyta-Pteridophyta. Plates I-XI. In-8°, London, 1894.

Sicard (G.). — Caunes et la vallée de l'Argent-Double. Excursion du 9 Juillet 1893. In-8°, 22 p., 1 cart. géol. Carcassonne, 1894. (Extr. Bull. Soc. Études Scientif. de l'Aude).

Stuart-Menteath (P. W.). — Geologia de San Sebastian. (Revista Minera, 24 de Mayo de 1894).

— Sur les lignes géologiques des environs de l'Observatoire d'Abbadia (Basses-Pyrénées). In-4°. 5 p., Paris, 11 Juin 1894. (Extr. C. R. Acad. Sc.)

18 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

Termier (P.). — Le massif des Grandes-Rousses (Dauphiné et Savoie). Extrait du Bulletin des Services de la Carte Géologique de la France et des Topographies Souterraines. In-8°, 120 p., 7 pl., Paris, 1894.

Torcapel (A.). — Le plateau Infra-Crétacé des environs de Nîmes. In-8°, Paris, 1894, 2 pl. (Extr. Bull. Service Carte Géol.).

Trabucco (G.). — Sulla posizione del Calcare di Mosciano e degli altri Terreni Eocenici del Bacino di Firenze (Nota preliminare). In-8°, 4 p. Firenze, 1894.

Traverso (L.). — Il Porfido di Monte Cinto in Corsica. In-8°, 11 p., 1 pl. Genova, 1894. (Extr. Atti. Soc. Ligust. di Sc. Nat. e Geogr.).

Ubaghs (Musée). — Catalogue des Collections géologiques, paléontologiques, conchyliologiques et d'Archéologie préhistorique du Musée Ubaghs à Maestricht. In-8°, 61 p., Maestricht, 1894.

Vallot (J.) et Duparc (L.). — Sur la nature pétrographique du sommet du Mont Blanc et des rochers avoisinants. In-4°, 2 p., Paris 1894. (Extr. C. R. Acad. Sc.).

Van den Broeck (Ern.). — Matériaux pour l'étude de l'Oligocène belge. Fascicule I. Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge et observations sur le Tongrien supérieur du Brabant. In-8°, 96 p., Bruxelles, 1894. (Extr. Bull. Soc. belge de Géol.).

Vidal (L.M.). — Nota geologica sobre la presencia de la formacion lacustre de Rilly en el Pirineo Catalan. In-4°, 7 p. (Extr. Bol. R. Acad. Cienc. de Barcelona (1891) 1893).

— Géologie à toute vapeur de Port-Bou à Barcelone. In-8°, 16 p. Toulouse, 1893 (Extr. de la Revue des Pyrénées).

— Coves prehistoriques de la Provincia de Lleyda. In-8°, 31 p., Barcelona, 1894 (Extr. del Bulleti d. Centre Excursionista de Catalunya).

— Mas Monumentos megalíticos en Cataluña. In-4°, 24 p. Barcelona, 1894. (Extr. R. Acad. de Ciencias de Barcelone).

Wadsworth (E.). — A paper on the Michigan Mining School. In-8°, 14 p. Lansing, 1894.

Whitaker (W.). — Local geology from a sanitary standpoint. In-8°, 6 p. London. (Extr. Trans. Sanitary Institute, 1892).

— Maps showing the area of Chalk available for water supply available in the London Basin. In-8°, 11 p. London (Idem).

White (C. A.). — The relation of Biology to Geology. In-8°, Washington, 1894 (From the Rept. U. S. Nat. Mus. for 1892, p. 245-368, 2 pl.).

Wilde (H.). — On the Origin of Elementary Substances and on some new Relations of their Atomic Weights. Sur l'origine des corps simples et sur l'existence de relations nouvelles entre leur poids atomiques. In-4°, IV-17 et IV-18 p., 1 tableau. London, 1892.

OUVRAGES ACHETÉS

Royal Society's Catalogue of Scientific Papers (1800-1883). 10 vol. in-4°. London, 1867-1893.

Berghaus (H.). — Physikalischer Atlas. 75 cartes. Gotha, 1892.

Stieler's Handatlas. — Edition 1894. 95 cartes, Gotha.

PHOTOGRAPHIES

Gommateau (Ad.). — La Perte du Rhône à Bellegarde. 1 pl. (Don de M. M. Gilly).

Kilian (W.). — L'Aiguille méridionale d'Arves (Savoie); Alluvions pleistocènes pré-glaciaires près Chambéry; Torrent du Bourget, près Barcelonette; Conglomérats tongriens de Feschel-Châtel (Haut-Rhin). 4 pl. 1892-93.

2° PÉRIODIQUES

*(Bulletins et Mémoires publiés par les Sociétés savantes
et les Services officiels, Collections, Revues, etc.)*

CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL. — Compte-Rendu de la 3^{me} session, Berlin, 1885. 1 vol. in-8°, Berlin, 1888 (Don de M. F. Wahnschaffe, secrétaire).

20 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL. — Compte-Rendu de la 4^{me} session, Londres, 1888. 1 vol. in-8°, Londres, 1891 (Don de M. W. Topley, secrétaire général).

CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL. — Compte-Rendu de la 5^{me} session, Washington, 1891. 1 vol. in-8°, Washington, 1893 (Don de M. S. F. Emmons, secrétaire général).

CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL. — Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse. Publié par le Comité d'organisation en vue de la VI^{me} session à Zürich. 1 vol. in-8°, VII-307 p. 13 pl. Lausanne, 1894 (Don de MM. Renevier et Gollier).

France. — PARIS. — Académie des Sciences. Comptes-rendus hebdomadaires. T. CXVII, n^{os} 23-26 et tables (1893, 2^e semestre); CXVIII, n^{os} 1-26 et tables (1894, 1^{re} semestre); CXIX, n^{os} 1-24 (1894, 2^e semestre).

— Annales des Mines, 9^e série, T. IV, n^o 12 (1893); T. V, n^{os} 1-6, et T. VI, n^{os} 7-11 (1894).

— Annuaire des Bibliothèques et des Archives pour 1894.

— Annuaire Géologique Universel. Année 1892. T. IX, n^{os} 2-3 (Février-Avril 1894).

— L'Anthropologie. T. IV, n^{os} 5-6 (1893); T. V, n^{os} 1-5 (1894).

— Association française pour l'Avancement des Sciences, 22^e Session, Besançon (1893), 1^{re} partie.

— Club Alpin français. Annuaire, 20^e année, 1893 (1894).

— — Bulletin mensuel, 1893, n^o 9; 1894, n^{os} 1-11.

— Comité historique des Monuments écrits. Extraits des Procès-verbaux des séances du — depuis son origine jusqu'à la réorganisation du 5 Septembre 1848. 1 vol. in-8°, Paris. 1850 (Don du *Ministère de l'Instruction publique*).

— Journal de Conchyliologie. Volume XLI, n^{os} 3-4 (1893); volume XLII, n^o 1 (1894).

Journal des Savants, 1893, Novembre-Décembre; 1894, Janvier-Octobre.

— Muséum d'Histoire Naturelle. Nouvelles Archives, 3^e série, T. V (1893); T. VI, 1^{re} fascicule (1894).

— — Centenaire de la fondation du Muséum, 10 Juin 1793-10 Juin 1893. Volume commémoratif publié par les Professeurs du Muséum. In-4°, Paris, Impr. Nationale (1893).

— La Nature, 22^e année, nos 1073-1121 (1893-1894); 23^e année, nos 1122-1124 (1894).

— Le Naturaliste, 15^e année, 2^e série, n° 163 (1893); 16^e année, nos 164-168, 170-186 (1894).

— Paléontologie Française. Terrains Tertiaires. Eocène. Echinides. T. II, par M. Cotteau, livraisons 32-33 : Texte, ff. 43-49, pl. 365-384 (fin), 1894.

— Revue des Travaux Scientifiques. T. XIII, nos 7-12 (1893); XIV, nos 1-6 (1894).

— Services de la Carte Géologique et des Topographies Souterraines. Bulletin, T. V. nos 35-37 (3 fasc. de texte et 1 de pl.), 1893-1894; T. VI, nos 38-40 (1894-1895).

— — Carte géologique détaillée de la France. Feuilles n° 27 (Barneville), 62 (Alençon), 123 (Nevers), 127 (Ornans), 150 (Thonon), 160^{bis} (Annecy), 160^{ter} (Valorcine). 7 ff. avec notices. Paris, 1893-1894.

— — Gîtes minéraux de France. Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac. Fasc. V, Poissons fossiles, par H. E. Sauvage. In-4°, 1893.

— — — Les Terrains Tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de lignites et de minerais de fer, par F. Delafond et C. Depéret. 1 vol. in-4° et 1 atlas in-4°, 1893.

— Service hydrométrique du Bassin de la Seine. Observations sur les Cours d'eau et la Pluie centralisées pendant l'année 1893. 1 fasc. in-8° et 1 atlas in-f°. Versailles, 1894.

— Société d'Anthropologie de Paris. Bulletins, 4^e série, T. IV, nos 11-12 (1893); T. V, nos 1-6 (1894).

— — Mémoires, 3^e série, T. I, nos 2-3 (1894).

— Société Botanique de France. Bulletin. T. 40 (1893). Revue Bibliographique, fasc. C-D, Comptes Rendus des Séances, nos 4-6; Session extraordinaire à Montpellier en 1893, 2^e partie.

— — — T. 41, Comptes Rendus des Séances, nos 1-7 (1894).

— Société de Géographie. Bulletin, 7^e série. T. XIV, 3^e et 4^e trimestres 1893; T. XV, 1^{er} et 2^e trimestres 1894.

22 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

— — Comptes-Rendus des Séances, 1893, nos 17-18; 1894, nos 1-16.

— Société française de Minéralogie. T. XVI, nos 7-8 (1893); XVII, nos 1-6 (1894).

— Société Philomathique de Paris. Bulletin, 8^e série, T. V (1892-1893).

— Société Zoologique de France. Bulletin. T. XVIII (1893).

— — Mémoires. T. V, nos 1-4 (1893).

— Statistique de l'Industrie Minérale en France et en Algérie pour l'année 1892.

AMIENS. — Société Linnéenne du Nord de la France. Bulletin mensuel, T. XI, nos 257-258 (1893); T. XII, nos 259-264, 266 (1894).

AUTUN. — Société d'Histoire Naturelle d'Autun. Procès-verbaux des séances de 1893.

— — Sixième Bulletin (1893).

AUXERRE. — Société des Sciences Historiques et Naturelles de l'Yonne. Bulletin. Année 1893, 47^e volume (1^{er} et 2^e semestres); Année 1894, 48^e volume (1^{er} semestre).

AVIGNON. — Académie de Vaucluse. Mémoires. T. XII, 1893, 3^e et 4^e trimestres; T. XIII, 1894, 1^{er} trimestre.

BELFORT. — Société belfortaine d'Emulation. Bulletin. N° 13 (1894).

BORDEAUX. — Société Linnéenne de Bordeaux. Catalogue de la Bibliothèque. Fascicule 1. In-8°, 1894.

BOULOGNE-SUR-MER. — Société Académique de Boulogne. Mémoires. T. XVI (1891-94).

BOURG. — Société des Sciences Naturelles de l'Ain. Bulletin n° 1 (1^{er} semestre 1894).

CAEN. — Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences. Bulletin, 2^e année, n° 4 (5 Février 1894).

— Société Linnéenne de Normandie. Bulletin 4^e série, 7^e vol., 3^e et 4^e fasc. (1893); 8^e vol., 1^{er} et 2^e fasc. (1894).

— — Mémoires. XVIII^e vol. (2^e série, 2^e vol.), 1^{er} fasc. (1894).

CARCASSONNE. — Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude. Bulletin. T. V, année 1894.

CHAMBÉRY. — Société d'Histoire Naturelle de Savoie. Bulletin, 1^{re} série, T. VII, nos 1-2 (1893).

CHARLEVILLE. — Société d'Histoire Naturelle des Ardennes. Bulletin. 1^{re} année, n° 1 (1894).

DUNKERQUE. — Société Dunkerquoise pour l'encouragement des Sciences, des Lettres et des Arts. Bulletin 1892-1893 (1894).

EPINAL. — Société d'Emulation du département des Vosges. Annuaire. LXX^e année (1894).

EVREUX. — Société libre d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres de l'Eure. Recueil des Travaux. 5^e série, T. I, année 1893.

GRENOBLE. — Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences. Travaux. T. II, n° 2 (1893-94).

HAVRE. — Société Géologique de Normandie. Bulletin. T. XV, année 1891 (1893).

LILLE. — Société Géologique du Nord. Annales XXI (1893), n° 4; XXII (1894), nos 1-2.

LYON. — Société d'Anthropologie de Lyon. Bulletin. T. XII (1893).

— Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon. Annales. 7^e série, t. I (1893).

MONTBÉLIARD. — Société d'Emulation de Montbéliard. Mémoires. T. XXIII (1893); T. XXIV (1894).

MOULINS. — Revue Scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France 7^e année, nos 73-83 (Janvier-Novembre 1894).

PERPIGNAN. — Société Agricole, Scientifique et Littéraire des Pyrénées-Orientales. 34^e volume (1893).

SAINT-ETIENNE. — Société de l'Industrie Minérale. Comptes-Rendus mensuels. 1893, Décembre; 1894, Janvier-Septembre.

— — Bulletin, 3^e série, T. VII, 3^e et 4^e livr. et atlas, tables (1893); T. VIII, 1^{re} et 2^e livr. et atlas (1894).

SEMUR. — Société des Sciences Historiques et Naturelles de Semur. 2^e série, n° 7, années 1892 et 1893.

TOULOUSE. — Société d'Histoire Naturelle de Toulouse. Bulletin, 26^e année (1892).

24 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

— Service hydrométrique du Bassin de la Garonne. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1891. In-8° et atlas in-f° (1893).

— — Idem pour 1892. In-8° et atlas in-f° (1894).

TROYES. — Société Académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. Mémoires. T. LVII de la collection (T. XXX, 3^e série, année 1893).

Alsace-Lorraine. — MULHOUSE. — Société Industrielle de Mulhouse. Bulletin. 1893, Décembre ; 1894, Janvier-Octobre.

— — Programme des Prix à décerner en 1895. In-8° (1894).

STRASBOURG. — Geologische Landessanstalt van Elsass-Lothringen. Mittheilungen. Bd. IV. Heft 3 (1894).

— — Geologische Spezialkarte von Elsass-Lothringen. 1 : 25.000. Blatt 5 (Sierck), 6 (Merzig), 10 (Monneren), 11 (Gr. Hemmersdorf), 15 (Gelmingen), 16 (Busendorf), 17 (Ludweiler), 18 (Saarbrücken), 22 (Bolchen), 23 (Lubeln), 24 (St-Avold), 25 (Forbach), 27 (Bliesbrücken), 28 (Wolmünster), 29 (Rappweiler), 38 (Rohrbach), 39 (Bitsch), 40 (Stürzelbronn), 41 (Lembach), 42 (Weissemburg), 43 (Weissemburg, Ost). 21 ff. avec notices in-8°, 1887-1894.

— — Verzeichniss der in Westlichen Deutsch-Lothringen verliehenen Eisenerzfelder. 2^{te} nach dem Stande vom 15 December 1893, berichtigte und ergänzte Auflage. 1 f. et 1 notice in-8° 1894.

Allemagne. — BERLIN. — Deutsche Geologische Gesellschaft. Zeitschrift. XLV, nos 3-4 (1893) ; XLVI, n° 1 (1894).

— Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Verhandlungen. XV, n° 10 (1893) ; XXI, nos 1-9 (1894).

— — Zeitschrift. XXVIII, nos 5-6 (1893) ; XXIX, nos 1-5 (1894).

— K. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte. 1893 (XXXIX-LIII, 19 Oct.-21 Dec. Liste des dons, titre et tables) ; 1894 (I-XXXVIII).

— K. Preussische Geologische Landesanstalt. Abhandlungen. Bd. IX, Heft 4 ; Bd. X, Hefte 5-7 (1894) ; Neue Folge, Hefte 2 (avec atlas in-f°, 1893) ; 9, Theil II (1893) ; 12, 14, 15 (1894).

— — Jahrbuch. Bd. VIII-XIII, 1887-1892 (1888-1893).

BONN. — Naturhistorischer Verein der Preussischen Rheinlande, Westfalens und der Reg.-Bezirks Osnabrück. Verhandlungen. 50. Jahrgang (5^e Folge, 10. Jahrgang), 2. Hälfte (1893); 51. Jahrgang (6^e Folge, 1. Jahrgang), 1. Hälfte (1894).

BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. 71. Jahresbericht, 1893 (1894).

CASSEL. — Geognostische Jahreshefte. 6^{er} Jahrgang, 1893 (1894).

FRANCKFURT a. M. — Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht, 1894.

GOTHA. — Petermann's Mittheilungen. 1893, XI; 1894, I-XI.

HAMBURG. — Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg. Verhandlungen. Dritte Folge, I, 1893 (1894).

HEIDELBERG. — Grossherzoglich Badische Geologische Landesanstalt. Geologische Specialkarte des Grossherzogtums Baden. Blatt Mosbach und Gengenbach. 1 : 25.000. 2 ff. avec notices in-8° (1894). (Don de M. *Rosenbusch*).

— — Mittheilungen. I^{er} Bd. 1. u. 2. Hälfte, u. 1. Ergänzungsheft (1891-1893); II^{er} Bd. (1891-1893); III^{er} Bd., 1. Heft (1894). (Idem).

LEIPZIG. — Geologische Specialkarte der Königreichs Sachsen. 1 : 25.000. Blatt n° 8, 14-22, 32-39, 47-55, 64, 66-70, 82-84, 101, 103, 119, 143. Nebst 3 Profiltafeln von Döhlener Becken (43 ff. avec notices in-8°).

— Verein für Erkunde zu Leipzig. Mittheilungen, 1893.

STUTTGART. — Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahreshefte. 50. Jahrgang, 1894.

— Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1894, I, n°s 1-3; 1894, II, n°s 1-3; 1895, I, n° 1.

— — Beilage-Band IX, n°s 1-2 (1894).

Autriche-Hongrie. — **BUDAPEST.** — Földtani Közlöny, XXIII, n°s 9-12 (1893); XXIV, n°s 1-5 (1894).

— Ungarische Geologische Anstalt. Mittheilungen. Edition allemande, X, n°s 4-5 (1894); Edition Hongroise, X, n° 5 (1894).

CRACOVIE. — Académie des Sciences. Bulletin International. Compte Rendu des séances. Année 1893, Novembre-Décembre; année 1894, Janvier-Mai, Octobre.

26 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

— — Rozprawy Akademii Umiejętności Matem-Przyrod. ser. 2, T. VI.

— — Sprawozdanie Komisji fizyograficznej, XXVIII, 1893.

PRAGUE. — Archiv der Naturwissenschaftl. Landesdurchforschung von Böhmen. Bd. VI, n° 1 (1891); VII, n° 2-3 (1889-90); IX, n° 1 (Geologische Abtheilung) 1893.

— — Geologische Karte von Böhmen 1 : 200.000. Section VI. Umgebung von Kuttenberg bis Böhm. Trubau. In-8° (1891).

— — Uebersicht der Thätigkeit der Naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen vom J. 1864 bis zum J. 1890. In-8° (1891).

— Königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Jahresbericht für das Jahr 1892; *Idem*, 1893.

— — Sitzungsberichte. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe, 1892 et 1893.

VIENNE. — Berg-und Hüttenmännisches Jahrbuch. XLI, Heft 4 (1893); XLII, Heft 1-2 (1894).

— K. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte. Bd. CII, Jahrg. 1893 : Abtheilung I, nos 1-7; II a, nos 1-7; II b, nos 1-7.

— — Mittheilungen der prähistorischen Commission. I. Bd. N° 3, 1893.

— K. K. Geologische Reichsanstalt. Abhandlungen. Bd. VI, 2. Hälfte (texte et pl.), 1893; XV, nos 4-6 (1893); XVII, n° 3 (1893).

— — Jahrbuch. 1891, XLI, n° 4; 1893, XLIII, nos 2-4; 1894; XLIV, n° 1.

— — Verhandlungen. 1893, nos 12-18; 1894, nos 1-9.

— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. Annualen. VIII, nos 2-4 (1893).

Belgique. — BRUXELLES. — Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. Bulletin, 7^e année, T. VII, 1893, fasc. 4 (et dernier), 1894.

LIÈGE. — Société Géologique de Belgique. Annales. T. XIV, n° 1 (1888), XV, n° 1 (1888); XVII, n° 3 (1890); XX, nos 1-2 (1892-93); XXI, nos 1-2 (1893-94).

Brésil. — S. PAULO. — Comissão geographica e geologica do Estado de S. Paulo. Boletim, nos 8-9 (1891-93).

— — Secção Meteorologica. Dados climatologicos do Anno de 1891; *Idem* do Anno 1892 (1893).

Canada. — Commission de Géologie du Canada. Rapport annuel. Nouvelle série. Vol. V, parties 1 et 2, avec 1 portefeuille de cartes in-8°, 1890-91 (1893).

HALIFAX. — Nova Scotian Institute of Science. Proceedings and Transactions. Session 1892-93. 2^d ser. Vol. I, pt. 3 (1893).

HAMILTON. — Hamilton Association. Journal and Proceedings for Session of 1893-94. Number X.

OTTAWA. — Société Royale du Canada. Mémoires et Comptes-Rendus pour l'année 1893. Tome XI (1894).

— The Canadian Naturalist. Summary of the Original Articles which have appeared in —. In-8° (s. l. n. d.).

ST. JOHN. — Natural History Society of New Brunswick. Bulletin. N° XI, 1893.

TORONTO. — Canadian Institute. Seventh Annual Report, Session 1893-94.

— — Transactions, n° 7 (vol. IV, pt. 1) 1894.

Chili. — SANTIAGO. — Société Scientifique du Chili. Actes. T. III, nos 1-5 (1893); T. IV, nos 1-4 (1894).

Danemark. — COPENHAGUE. — Académie Royale des Sciences et des Lettres. Bulletin pour l'année 1893, nos 2-3; 1894, n° 1.

— — Mémoires. T. VII, nos 8-9 (1893).

— Meddelelser om Grönland. Hefte 3, suppl. I-IV; 7, 8, 9, 10 (Texte et pl.), 11 et suppl., 12, 13. In-8°, 13 fasc. 1887-1894.

Espagne. — MADRID. — Sociedad Española de Historia Natural. Anales. Serie II, T. 2° (XXII), n° 3 (1894); T. 3° (XXIII), nos 1-2 (1894).

Etats-Unis. — ALBANY. — New York State Museum. Bulletin, Vol. 3, n° 11, April 1893.

— 45th et 46th Annual Reports of the Regents of the University (1891-1892).

28 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

AUSTIN. — Texas Academy of Science. Transactions. Vol. I, n° 2 (1893).

BERKELEY. — University of California. Department of Geology. Bulletin. Vol. I, n°s 3-7 (1893-1894).

BOSTON. — Boston Society of Natural History. Memoirs. Vol. IV, n° XI (1893).

— — Occasional Papers, IV. (W. O. Crosby, Geology of the Boston Basin, vol. I, pt. 1). In-8°, avec 2 cartes, 1893.

— — Proceedings. Vol. XXVI, pt. 1 (Nov. 1892-May 1893).

— American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. New Ser., vol. XX (Whole Series, vol. XXVII). 1892-93.

CAMBRIDGE. — Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Annual Report of the Curator for 1892-93.

— — Bulletin. XXV, n°s 2-10 (1893-94).

CHICAGO. — The Journal of Geology. Vol. I, n° 7 (1893); II, n°s 1-7 (1894).

DENVER. — Colorado Scientific Society. Proceedings. Vol. II, n°s 1-3 (1885-87); III, n°s 1-3 (1888-90); plus 16 fascicules « subject to Revision » (1894).

DES MOINES. — Iowa Geological Survey. Vol. I. 1st Annual Report for 1892. In-8° (1893).

— — Vol. II. Coal Deposits of Iowa, by C. R. Keyes. In-8° (1894).

MICHIGAN. — Michigan Mining School. Reports of the Director for 1890-1892. Lansing (1893).

— — Catalogue 1892-1884. Houghton.

MINNEAPOLIS. — The American Geologist. Vol. XII, n°s 4-6 (1893); XIII, n°s 1-6 (1894); XIV, n°s 1-3 (1894).

NEW HAVEN. — The American Journal of Science. Vol. XLVII, 1894 (January-June); XLVIII, 1894 (July-December); XLV, May 1893; XLVI, August 1893.

NEW YORK. — Academy of Science. Annals. Vol. VI, Index (1894); vol. VII, n°s 6-12 (1894); vol. VIII, n°s 1-4 (1894).

— American Institute of Mining Engineers. Transactions. Vols. I-VIII (1871-1879); XI-XX (1882-1891); Contents, vols. I to XX; (1888-1892); XXI-XXIII (1892-1894).

— American Museum of Natural History. Annual Report for the Year 1893.

— — Bulletin. Vol. V. (1893).

PHILADELPHIA. — Academy of Natural Science. Journal. 2^d Series, vol. X, part 1 (1894).

— — Proceedings. 1893, pts. 2-3 (April-December); 1894, pt. 1 (January-April).

— American Philosophical Society. Proceedings. Vol. XXXI, n° 142 (1893), 1 4-143 (1894).

(Le n° 143 n'est pas encore paru).

— Geological Survey of Pennsylvania. Atlas Summary Final Report. State. Bituminous Collieries. Lebanon. Bucks and Montgommery. 1 portefeuille in-8° (1893).

— — Geological Maps of Schuylkill, Carbon, Berks and Dauphin Counties. Topographical Map of the Blue Mountain at Port-Clinton, in 2 sheets. 1 portefeuille in-8° (1891).

ROCHESTER. — Geological Society of America. Bulletin. Volume 4 (1893).

SACRAMENTO. — California State Mining Bureau. 11th Report of the State Mineralogist (First Biennial) for the Two Years ending Sept. 15, 1892.

— — Bulletins nos 3-4 (1894).

SALEM. — Essex Institute. Bulletin. Vol. 25, nos 7-12 (July-December 1893); vol. 26, nos 1-3 (January-March 1894).

TOPEKA. — Kansas Academy of Science. Transactions. Vol. XIII (1891-92), 1893.

WASHINGTON. — National Academy of Science. Memoirs. Vol. VI (1893).

— Philosophical Society. Vol. XI, 1888-1891 (1892).

— Smithsonian Institution. Smithsonian Contributions to Knowledge. N° 554. In-4°, 1893.

— — Smithsonian Report for 1891 (1893). *Idem* for 1892 (1893).

— — U. S. Bureau of Ethnology. 9th Annual Report, 1887-88 (1892); 10th Annual Report, 1888-89 (1893).

30 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

— — — Bibliography of the Salishan Languages, by James C. Pilling. In-8°, 1893.

— — — Bibliography of the Wakashan Languages, by James C. Pilling. In-8°, 1894.

— — — The Pamunkey Indians of Virginia, by J. Garland Pollard. In 8°, 1894.

— — — The Maya Year, by C. Thomas. In-8°, 1894.

— U. S. Geological Survey. 12th Annual Report, 1890-91. Part 1. Geology ; Part 2. Irrigation. 2 vol. (1891).

— — 13th Annual Report, 1891-92 : Part 1. Report of Director ; Part 2. Geology ; Part 3. Irrigation. 3 vol. (1892-93).

— — Bulletins n° 97-117 (1892-1894).

— — Mineral Resources of the United States. Calendar Year 1892 (1893) ; Calendar Year 1893 (1894).

— — Monographs. XIX. The Penokey Iron-bearing Series of Michigan and Wisconsin, by R. D. Irving and C. R. Van Hise. In-4°, 1892.

— — — XXI. Tertiary Rhynchophorous Coleoptera of the United States, by S. H. Scudder. In-4°, 1893.

— — — XXII. Manual of Topographic Methods, by H. Gannett. In-4°, 1893.

Grande-Bretagne. — British Association for the Advancement of Science. Report 63^d Meeting, Nottingham, 1893 (1894).

DUBLIN. — Royal Dublin Society. Scientific Proceedings. Vol. VII (new series), part 5, October, 1892 ; VIII, pts. 1-2, April-September 1893.

— — Scientific Transactions. Vol. IV (ser. II), N° XIV, 1892 ; Vol. V (ser. II), nos 1-4, 1893.

— Royal Irish Academy. Proceedings. 3^d series, vol. III, nos 1-2 (1893-1894).

— — Transactions. Vol. XXX, nos 3-14 (1893-1894).

EDIMBOURG. — Geological Society of Edinburgh. Transactions. Vol. VII, part 1 (1894).

— Royal Physical Society of Edinburgh. Proceedings. Sessions 1892-93, 1893-94.

— Royal Society of Edinburgh. Proceedings. XIX. Session 1891-92.

— — Transactions. Vol. XXXVII, parts 1-2 (1891-93).

GLASGOW. — Geological Society of Glasgow. Transactions. Vol. IX, pt. 2 (1890-92).

LONDRES. — Geological Magazine. New Series, Decade IV, vol. 1, nos 1-12 (1894).

— Geological Society of London. Quarterly Journal. Nos 197-200 (Vol. L, parts 1-4, 1894).

— — Proceedings Nos 615 (Dec. 1893); 616-628, Index, 1894.

— Geological Survey of the United Kingdom. Memoirs. Geology of London and of part of the Thames Valley, by W. Whitaker. 2 vol. In-8°, 1889.

— — — The Jurassic Rocks of Britain. Vol. I, Yorkshire, by C. Fox-Strangways, 1892; vol. II, Yorkshire. Tables of Fossils (*idem*); vol. III. The Lias of England and Wales (Yorkshire excepted), by H. B. Woodward, 1893; vol. IV. The Lower Oolitic Rocks of England (Yorkshire excepted), by H. B. Woodward, 1894. 4 vol. in-8°.

— — — England and Wales. Guide to the Geology of London and the Neighbourhood, by W. Whitaker, 3rd Ed. In-8°, 1889.

— — — The Geology of the Country around Ingleborough with parts of Wensleydale and Wharfedale. In-8°, 1890.

— — — The Geology of parts of North Lincolnshire and South Yorkshire, by W. A. E. Ussher. In-8°, 1890.

— — — The Geology of S. W. Norfolk and of Northern Cambridgeshire. In-8°, 1893.

— — — Map. 1 : 63.360. Édition en feuilles entières : feuilles nos 3, 9, Isle of Wight (« solid » et « drift ») ;

— — — — Edition en quarts de feuilles : « Drift » : nos 46 N.E. ; 92 N. W. ; 99 S.E., N.E. ; 101 N.E. ; 116 S.W.

— — — — « Solid » : nos 97 N.E. ; 99 S.E., N.E. ; 101, N.E. ; 106 N.W. , S.W. ; 110 S.W.

— — — Horizontal Sections. Sheets 130, 134, 137, 139, 147,

32 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

- — — Vertical Sections. Sheet 79.
- — Ireland. Horizontal Sections. Sheets, 27, 32, 37.
- — Scotland. Map. 1 : 63.360. Sheets n° 8, 32 (2^d Edition), 48, 91, 101, 107, 114.
- — — Explanation of Sheet 87 (1886); *Idem* of Sheet 76 (1890). 2 notices in-8°.
- Geologists' Association: Proceedings. Vol. XIII. n°s 6-10 (1894).
- — List of Members. February 1894. In-8°.
- Palæontographical Society. Volumes I (for 1847); III (1849, part 2); IV-XLVIII (1850-1894). 47 vol. in-4°.
- Royal Society. Philosophical Transactions for the Year 1893. Vols. 184 (A) et 184 (B).
- — Proceedings. Vol. LIV, n°s 328-331; LV, n°s 332-339 (1894).
- NEWCASTLE. — Institute of the North of England Mining and Mechanical Engineers. Transactions. Vol. XLII, pt. 5 (1893); XLIII, pts. 2-4 (1893-94).
- — An Account of the Strata of Northumberland and Durham, as proved by Borings and Sinkings. S-T (1894).

Indes Anglaises. — CALCUTTA. — Geological Survey of India. A Manual of the Geology of India. Chiefly compiled from the Observations of the Geological Survey. Stratigraphical and Structural Geology. 2^d Edition, revised and largely rewritten by R. D. Oldham. 1 vol. in-8°, Calcutta, 1893.

— — Palæontologia Indica. Series IX. The Jurassic Fauna of Cutch. Vol II, part 1. The Echinoidea of Cutch, by J. W. Gregory (1893).

— — Records. Vol. XXVI, pt. 4 (1893); XXVII, pts. 1-3 (1894).

Indes Orientales Néerlandaises. — Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch-Oost-Indië. 23^e Jaarg. 1894 : Wetenschappelijk gedeelte; Techn. - en administratief ged. (2 vol.).

— Natuurkundige Tijdschrift. Deel LIII (1893).

Italie. — FLORENCE. — Bolletino delle Pubblicazioni Italiane. 1892. Indici; 1893, n°s 191-195; 1894, n°s 193-215.

MILAN. — Società Italiana di Scienze Naturali. Atti. T. XXXIV, n° 4 (1894).

— Giornale di Mineralogia, Cristallografia e Petrografia, diretto dal Dott. F. Sansoni. Vol. I-IV (1890-93); V, fasc. 1-2 (1894).

PALERME. — Annales de Géologie et Paléontologie, publiées par le Marquis A. de Gregorio. 12^e livr. (Août 1893).

PISE. — Società Toscana di Scienze Naturali. Atti. Memorie. T. XIII (1891).

— — Processi verbali, T. VIII (9 Luglio 1893); IX, 1894-96 (p. 65-132).

ROME. — Comitato Geologico d'Italia. Bolletino. Anno 1893, n° 4; Anno 1894, n° 1-3.

— — Carta geologica d'Italia. Feuilles n° 236, 237, 238, 241, 242, 243; plus 1 f. Calabria, Sezioni Geologiche.

— R. Accademia dei Lincei. Atti. Rendiconti. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Anno 1893, vol. II (2^o Sem.), n° 11-12; Anno 1894, vol. III (1^o Sem.), n° 1-12; vol. III (2^o Sem.), n° 1-8.

— — Rendiconto dell' Adunanza solenne del 3 Giugno 1894. In-4^o.

— Società Geologica Italiana. Bolletino. Anno XII, n° 3 (1893); Anno XIII, n° 1 (1894).

— — Indice dei primi dieci volumi pubblicati negli anni 1882-1891, compilata dai soci G. A. de Amicis e F. Sacco. In-8^o, 1894.

TURIN. — Accademia delle Scienze di Torino. Atti. Vol. XXIX, disp. 1-10 (1893-94).

— — Memorie. T. XLIII (1893).

— — Osservazioni Meteorologiche fatte nelle'anno 1893. In-8^o.

Japon. — Tokyo. — Imperial University. Journal of the College of Science. Vol. VI, part 4 (1894); vol. VII, part 1 (1894); vol. VIII, part 1 (1894).

— Geological Survey of Japan. 1 : 200.000. Aizu (zone 13, col. XII); Ichimoseki (Zone 16, col. XIV); Akita (Zone 18, col. XIII). 3 ff. 1892-93.

Mexique. — MEXICO. — Sociedad Científica « Antonio Alzate ». Memorias. Vol. VII (1893-94), n^{os} 3-10.

PUEBLA. — Minerva. Año II, n^o 1 (Marzo de 1894).

Norvège. — CHRISTIANA. — Den Norske Nordhavs-Expedition, 1876-1878. XXII. Zoologi. Ophiuroidea, ved J. A. Grieg. In-4^o, Christiania, 1893.

Nouvelles-Galles du Sud. — SYDNEY. — Geological Survey of New South Wales. Records. Vol. III, n^o 4 (1893); vol. IV, n^{os} 1-2 (1894).

— — Memoirs. Geology, n^o 5. Geology of the Broken Hill Lode and Barrier Ranges Mineral Field, N. S. W., by J. B. Jaquet. In-4^o, 1894.

— Royal Society of New South Wales. Journal and Proceedings. Vol. XXVII, 1893.

— Department of Mines and Agriculture. Annual Report for the Year 1893. In-4^o (1894).

Pays-Bas. — HARLEM. — Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles. T. XXVII, n^{os} 4-5 (1894); XXVIII, n^{os} 1-4 (1894).

Portugal. — LISBONNE. — Academia Real das Sciencias. Jornal de Sciencias Mathematicas, Physicas et Naturaes. Num. XLVI-XLVIII (1887-88); 2^a Série, T. I II (1889-92), III (Num. IX-XI, 1893-94).

— — Sessão publica em 17 de Dezembro de 1893. In-8^o.

— — Memorias. Classe de Sciencias Mathematicas, Physicas e Naturaes. Nova Serie, T. VI, parte II (1887).

— — Os Descobrimentos portuguezes e os de Colombo. Tentativa de coordenação historica, por M. Pinheiro Chagas. In-8^o, 1892.

PORTO. — Revista de Sciencias Naturaes e Sociaes. Vol. terceiro, n^{os} 9-11 (1894).

République Argentine. — LA PLATA. Museo de la Plata. Anales. 1890-1891, 1^a parte.

— — Anales. Seccion zoologica, I (1893); Seccion de Arqueologia, I-II (1892); Seccion Geologica y Mineralogica, I (1892); Paleontologia Argentina, I-II (1891-93).

— — Revista del Museo de la Plata, T. I-V (1890-1894).

Russie. — HELSINGFORS. — Société Finlandaise de Géographie. Vetenskapliga Meddelanden af Geografiska Föreningen i Finland. I (1892-93).

— Société de Géographie de Finlande. Fennia. 9 (1894; 11 (1894).

Moscou. — Société Impériale des Naturalistes. Bulletin. 1893, n^{os} 2-4; 1894, n^o 1.

SAINT-PÉTERSBOURG. — Académie Impériale des Sciences. Bulletins. Nouvelle série, IV (XXXVI), n^{os} 1-2 (1893-94).

— — Mémoires. VII^e série. T. XLI, n^o 5 (1893).

— Comité Géologique. Bulletin. Vol. XII, n^{os} 3-7 et supplément (1893).

— Société Impériale Minéralogique. Matériaux pour la Géologie de la Russie. T. I-XVI (1869-1893), avec 2 atlas in-4^o (VIII-IX, 1878-1880). *En russe*.

— — Schriften, Bd. I, 1^{re} Abtheilung (1842).

— — Sapiski (Verhandlungen), 1. Serie, T. III-XIX (1868-1884) et 1 vol. de tables; 2. Serie, T. XX-XXVII (1883-1891), XXX (1893).

Suède. — LUND. — Acta Universitatis Lundensis. Lunds Universitets Års-Skrift. XXIX, 1892-93. Kongl. fysiografiska sällskapets Handlingar.

STOCKHOLM. — Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. Bd. XV (1893).

— Sveriges Geologiska Undersökning. Serie Aa, n^{os} 108, 109; Ab, 13, 15; Bb, 7 (in-8^o); C, 112, in-4^o; 116-119, in-8^o; 120, in 4^o; 121-130, in-8^o; 131, in-4^o; 132-134, in-8^o. 9 in-8^o, 47 in-4^o.

— — Geologisk Jordartskarta öfver Hallands Län, 1 : 100.000 (4 ff.).

— — Carte au 1 : 50.000 : Aa, n^o 108 « Glunåkra », 109 « Simrishamn » (1892).

— — Carte au 1 : 200.000 : Ab, n^o 13 « Varberg »; 14 Nydala; 15 Lenhofda (1891-92).

— — Agronomiskt Geologisk Karta öfver Torreby, 1 : 15.000. 1 f. (1889);

— — Systematisk Förteckning öfver offentliggjorda Arbeten 1862-1893. 1 fasc. in-8 (1894).

UPSALA. — Geological Institution of the University of Upsala. Bulletin, vol. I, n^o 2, 1893 (1894).

36 LISTE DES OUVRAGES REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

Suisse. — **BÂLE.** — Société Paléontologique Suisse. Mémoires. T. XX. (1893).

BERNE. — Matériaux pour la Carte Géologique de la Suisse. 8^e livr. 1^{er} supplément. Structure et histoire géologique du Jura Central, par L. Rollier, 1893.

— — 24. Lieferung. III. Abth. Geologische Beschreibung der Kalk - u. Schiefergebirge zwischen dem Reuss-und Kienthal, von C. Moesch, 1894.

— Naturforschende Gesellschaft in Bern. Mittheilungen aus dem Jahre 1893 (1894).

COIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens. Jahresbericht. Neue Folge. XXXVII. Bd., Vereinsjahr 1893-94.

GENÈVE. — Archives des Sciences Physiques et Naturelles. Nouvelle Période. Tomes IV-LXIV (1859-1878); plus un volume de tables générales (1886).

— — 3^e Période. Tomes I-XXX (1879-1893); XXXI, n^{os} 1-6 (1894); XXXII, n^{os} 7-11 (1894).

LAUSANNE. — Société Géologique Suisse. Eclogæ Geologicæ Helvetiæ. T. IV, n^{os} 1-2 (1893-94)

— Société Helvétique des Sciences Naturelles. Actes. 76^e Session à Lausanne. In-8^o (1893).

— — Compte Rendu des Travaux présentés à la 76^e Session à Lausanne. In-8^o (1893).

— Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Bulletin. 3^e série, T. XXIX, n^o 113 (1893); XXX, n^o 114 (1894).

NEUCHÂTEL. — Société des Sciences Naturelles. Bulletin. T. XVII-XX (1889-1892).

ZÜRICH. — Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift, 38. Jahrgang, Hefte 3-4 (1893); 39. Jahrg. Hefte 1-2 (1894).

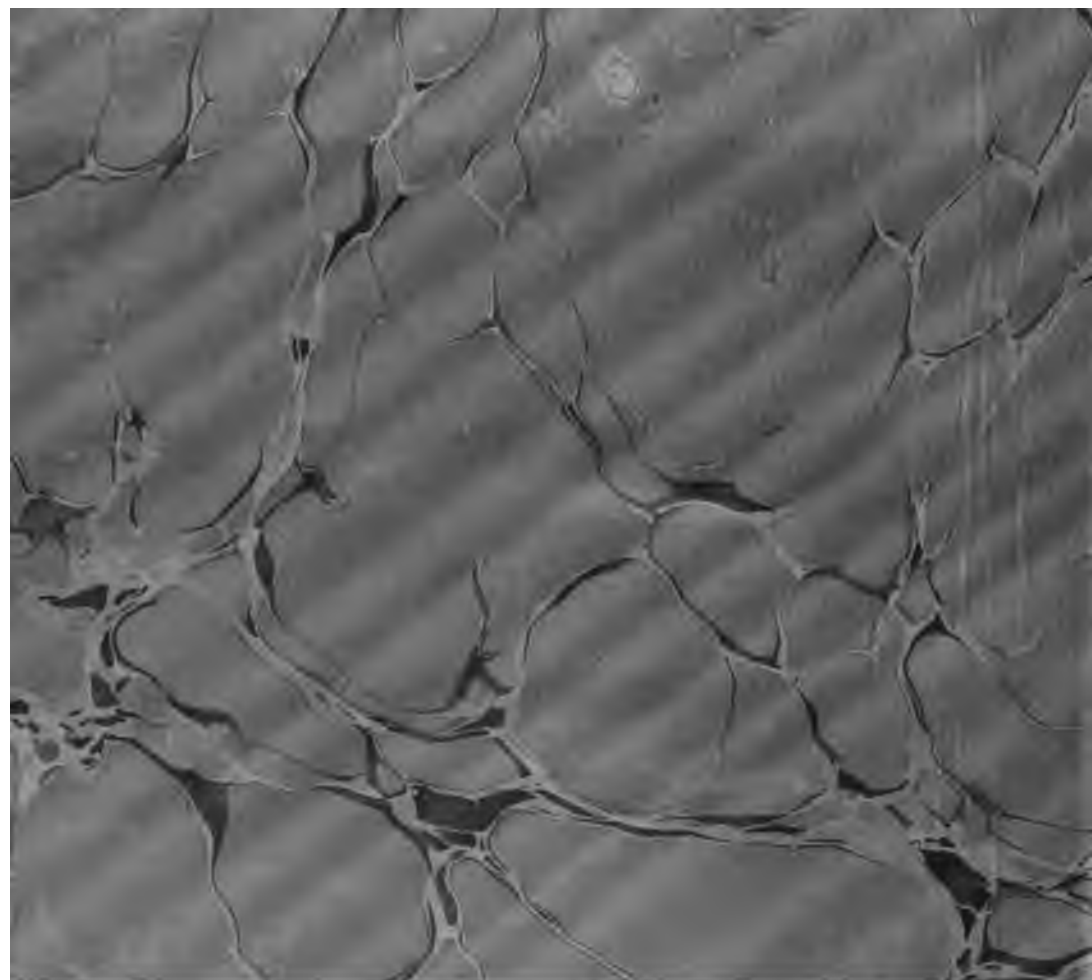
— — Neujahtsblatt herausgegeben auf das Jahr 1894. XCVI.

Uruguay. — **MONTÉVIDEO.** — Museo Nacional. Anales 1 (1894).

Victoria. — **MELBOURNE.** — Annual Report of the Secretary for Mines ... during the Year 1893.

L'Archiviste-Bibliothécaire,
Emm. de MARGERIE.







3 9015 0354

